XVIII Congresso Nazionale IGIIC

Lo Stato dell'Arte 18

Volume degli Atti

Castello di Udine, Salone del Parlamento e Villa de Claricini Dornpacher
29/31 ottobre 2020

Ospitare a Udine, nel nostro Ateneo e per cura del Dipartimento di Studi umanistici e del patrimonio culturale, il convegno *Lo Stato dell'Arte 18*, incontro annuale, per il 2020, dell'IGIIC - Gruppo Italiano dell'International Institute for Conservation, si è rivelata una sfida inaspettata.

Quando, infatti, nell'autunno 2019, dopo i contatti tra la prof.ssa Giuseppina Perusini, docente di Restauro nel nostro Ateneo e Direttrice della nostra Scuola di specializzazione in Beni storico-artistici, il Presidente IGIIC, Lorenzo Appolonia e la dott.ssa Daniela Rullo e il Comitato organizzatore del convegno, abbiamo avanzato la proposta della nostra città e della nostra Università come sede di questo importante incontro scientifico annuale, mai avremmo pensato di trovarci nella situazione in cui ci ha precipitati l'epidemia Covid-19. Una situazione dalla quale, all'epoca in cui si stendono queste righe, ancora non si è usciti, e che ha richiesto uno straordinario sforzo di volontà e collaborazione di tutti i soggetti coinvolti per mantenere il programma stilato e svolgere questo incontro.

Si tratta, per il Dipartimento di Studi umanistici e del patrimonio culturale, di un'occasione scientifica importante e prestigiosa. Il Dipartimento è l'erede della facoltà di Lettere e Beni culturali nella quale, nel 1980, fu attivato il primo corso di laurea in Conservazione dei beni culturali. In questi quarant'anni gli studi umanistici, artistici, legati alla conservazione e al restauro dei beni storico-artistici e del patrimonio culturale si sono sempre più affermati come una delle vocazioni del nostro Ateneo e della Regione Friuli Venezia Giulia. Il Dipartimento di Studi umanistici e del patrimonio culturale è rientrato nel ristretto novero dei dipartimenti che hanno avuto dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, per il quinquennio 2018-2022, il riconoscimento di "Dipartimento di Eccellenza". Ciò anche a seguito dell'inserimento nel progetto di sviluppo del Dipartimento di un'apposita linea di ricerca dedicata alle *Heritage sciences*, cioè alle discipline e alle pratiche dedicate al recupero, al restauro, alla conservazione, allo studio e alla valorizzazione del patrimonio culturale.

La costituzione della Repubblica italiana, scritta nel 1947, è stata tra le prime carte democratiche a riportare in uno dei primi articoli, il nono, l'obbligo per lo Stato di "tutela[re] il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione". A lungo, nei decenni successivi, la tutela è stata interpretata prevalentemente in termini di protezione e conservazione del patrimonio culturale nazionale che, per vari motivi, nella seconda metà del Novecento versava in condizioni precarie. Poi, soprattutto dagli anni Novanta, il pendolo si è spostato invece dalla parte opposta, sulla "valorizzazione" del patrimonio culturale, intesa però spesso in termini di pura redditività economica del patrimonio monumentale, artistico, museale ecc. E' giunto il momento di fermare l'oscillazione del pendolo e contemperare la doppia esigenza di recuperare, conservare e custodire il nostro patrimonio, da una parte, e renderlo sempre più disponibile agli studi e alla fruizione culturale, dall'altra.

Le discipline variamente collocabili nel campo semantico rappresentato dalla parola "restauro" costituiscono una cerniera fondamentale tra questi diversi momenti. La loro interazione con le più avanzate ricerche tecnologiche e scientifiche – come testimoniano gli interventi raccolti in questi Atti - costituiscono la vera frontiera del futuro. Il digitale, nelle sue complesse interazioni non solo intellettuali ma anche sociali ed economiche, la prima sfida.

Il Gruppo Italiano dell'International Institute for Conservation, con l'appoggio del Dipartimento di Studi umanistici e del patrimonio culturale dell'Università di Udine, possono dare il loro contributo per proseguire lungo questa strada fatta di innovazione, di applicazione, di passione per le opere e l'ingegno dell'uomo.

Andrea Zannini
Direttore del Dipartimento di Studi umanistici e del patrimonio culturale
Università degli studi di Udine

Programma "Lo Stato dell'Arte 18"

GIOVEDÌ 29 OTTOBRE

8.00	**APERTURA SEGRETERIA**
8.30	**Apertura Lavori** IGIIC – Presidente, Lorenzo Appolonia **Saluti dalla Sede Ospitante**
	FOTOGRAFIA, CINEMA, VIDEO: restauro, conservazione, archiviazione e accesso
	Chairperson: Cosetta Saba, Guido Driussi
9.00/9.20	**IL RESTAURO DEL FONDO ALBERT SAMAMA CHIKLI DELLA CINETECA DI BOLOGNA** Melissa Gianferrari, Elena Correra, Antonella Salvi
9.20/10.00	**LA VIDEOARTE MONOCANALE NATIVA DIGITALE IN ITALIA. RACCOLTA E REPERTORIAZIONE PER LA CONSERVAZIONE** Piero Deggiovanni
10.00/10.20	**IL FONDO FRANZINI: RESTAURO E VALORIZZAZIONE DELLE PELLICOLE CINEMATOGRAFICHE IN FORMATO RIDOTTO** Lorenzo Calicchio, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco, Mirco Santi
10.20/10.40	**IL FONDO FOTOGRAFICO DELLE OFFICINE MICHELUCCI DI PISTOIA NELL'ARCHIVIO STORICO INTESA SANPAOLO: RECUPERO CONSERVATIVO, STUDIO E VALORIZZAZIONE DI UN PATRIMONIO RISCOPERTO** Laura Barzaghi, Barbara Costa, Antonio Sansonetti
10.40/11.00	**OBIETTIVO AD ORIENTE: IL BISOGNO DI DOCUMENTARE E LA NECESSITA' DI CONSERVARE** Marco Fagiolo, Isabella Villafranca Soissons
11.00/11.20	**Pausa caffè**
11.20/11.40	**LE LASTRE DELLA COMMISSIONE VINCIANA: ESPERIENZA DIDATTICA, RESTAURO, VALORIZZAZIONE** Barbara Cattaneo, Giulia Fraticelli, Letizia Montalbano
11.40/12.00	**HANJI E LE SUE APPLICAZIONI NEL RESTAURO DELLA FOTOGRAFIA. EVOLUZIONE DI UNA RICERCA** Federica Delia, Barbara Cattaneo
12.00/12.20	**IL RESTAURO DI PELLICOLE FOTOGRAFICHE CONTEMPORANEE ALLUVIONATE: LE PROBLEMATICHE EMERSE DURANTE IL PROGETTO** MEMORIA FOTOGRAFICA Giulia Fraticelli, Barbara Cattaneo, Marcello Picollo
12.20/12.40	**CONSERVARE IL PATRIMONIO FOTOGRAFICO. UN REPORTAGE DALL'ISTITUTO CENTRALE PER IL CATALOGO E LA DOCUMENTAZIONE** Silvia Checchi, Daniela Simonetta Palazzi, Stefano Valentini
12.40/13.00	**ORGANOGEL PER LA PULITURA DI MATERIALI FOTOGRAFICI E CINEMATOGRAFICI IN ACETATO DI CELLULOSA** Pamela Ferrari, Giulia Fraticelli, Laura Santi, Barbara Cattaneo, Rodorico Giorgi
13.00/13.20	**Domande e dibattito**
13.20/14.30	**Pausa Pranzo**

	Diagnostica, ricerche e studi applicati
	Chairperson: Lorenzo Appolonia, Elisabetta Sonnino
14.30/14.50	**DAL GIAPPONE A VENEZIA. IL RESTAURO DI UNA SCULTURA DI SENJU KANNON DEL MUSEO D'ARTE ORIENTALE** Marta Boscolo Marchi, Beatrice Falconi
14.50/15.10	**VALUTAZIONI SULL'EFFICACIA DELLE SOSPENSIONI ACQUOSE DI NANOCALCITE PER IL CONSOLIDAMENTO DEI DIPINTI MURALI DELLO 'STUDIOLO' A GROTTESCHE DI PALAZZO SILVESTRI RIVALDI A ROMA** Roberta Cucchietti, Maria Beatrice Coltelli, Lucia Conti, Carla Giovannone, Giancarlo Sidoti
15.10/15.30	**LE VERNICI STORICHE DI STRUMENTI MUSICALI: UN PERCORSO DI RICERCA, PRODUZIONE, DIAGNOSTICA E FORMAZIONE** Claudio Canevari, Marco Malagodi, Curzio Merlo, Michela Albano, Claudia Invernizzi, Tommaso Rovetta, Giacomo Fiocco
15.30/15.50	**IL DEGRADO DELLE LEGHE DI STAGNO NELLE CANNE D'ORGANO STUDIO MULTIDISCIPLINARE NON DISTRUTTIVO E PROSPETTIVE DI RICERCA** Daniela Di Martino, Riccardo Rossini, Stefano Colombi, Curzio Merlo, Ettore Claudio Bonizzi, Patrizio Barbieri
15.50/16.10	**APPLICAZIONI DELLA RIDUZIONE ELETTROCHIMICA ALL'ARGENTO IN FOGLIA** Lilli Tanzi, Graziella Accorsi, Michele di Foggia
16.10/16.30	**Domande e Dibattito**
16.30/16.50	**INDAGINI DIAGNOSTICHE E APPLICAZIONE MONITORATA DI TECNOLOGIE ECOSOSTENIBILI PER IL RESTAURO Della FAMIGLIA RURALE, SCULTURA IN GRANIGLIA CEMENTIZIA DEL 1932** Elena Damiani, Alfredo Bonaccini, Irene Biadaioli, Armandina Antobenedetto, Rita Reale, Roberto Scalesse
16.50/17.10	**FOTOCATALIZZATORI FISSATI MEDIANTE LE FINITURE TRADIZIONALI DEL MARMORINO: UNA STRATEGIA ECOLOGICA TRA CHIMICA E RESTAURO PER RENDERE PIÙ PULITE LE NOSTRE CITTÀ** Federica Menegazzo, Michela Signoretto, Danny Zanardo, Luca Scappin
17.10/17.30	**UN APPROCCIO PROTEOMICO NON INVASIVO PER L'IDENTIFICAZIONE DI LEGANTI PROTEICI IN OPERE D'ARTE** Cosima D. Calvano, Rosaria A. Picca, Elena C. Rigante, Davide Coniglio, Tommaso Cataldi, Luigia Sabbatini
17.30/17.50	**Domande e Dibattito**

VENERDÌ 30 OTTOBRE

	Conservazione preventiva
	Chairperson: Giorgio Bonsanti, Giovanna Cassese
9.00/9.20	**PROPOSTA METODOLOGICA PER LA GESTIONE DELLA CONSERVAZIONE PREVENTIVA DEL FONDO STORICO DELL'ACCADEMIA DI BELLE ARTI DI BOLOGNA** Veronica Barbera, Lucia Vanghi, Anna Medori
9.20/9.40	**LA RISPOSTA DEL LOUVRE AL RISCHIO DI ALLAGAMENTO DEL DEPOSITO SOTTERRANEO: RICORDI DEL TRASLOCO DELLE OPERE IN UN DEPOSITO DISTACCATO E LA SUA PREPARAZIONE GRAZIE AL CANTIERE DELLE COLLEZIONI** Julie Thiaudiere
9.40/10.00	**IL PROGETTO EUROPEO COLLECTION CARE: UN MODELLO GESTIONALE PER LA CONSERVAZIONE PREVENTIVA E IL MONITORAGGIO DI MANUFATTI ARTISTICI IN ESPOSIZIONE, DEPOSITO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO** Matteo Rossi Doria, Mark Gittins, Giulia Mercuri
10.00/10.20	**METODI INNOVATIVI PER LA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE DELL'ARCHITETTURA RURALE: IL CASO DI "REBECCO FARM" (BRESCIA)** Alessia Buda, Barbara Scala
10.20/10.40	**Domande e dibattito**
	Problematiche di progettazione e intervento
	Chairperson: Rolando Ramaccini, Augusto Giuffredi
10.40/11.00	**PROTEZIONE DI SUPERFICI AD INTONACO IN CALCE: UN CONFRONTO TRA MATERIALI NATURALI DELLA TRADIZIONE E MATERIALI DI SINTESI COMMERCIALI** Luca Scappin
11.00/11.20	**LA PULITURA DI UN DIPINTO A OLIO SU TELA NON VERNICIATO DATATO AI PRIMI ANNI DEL NOVECENTO: STUDIO DELLA TECNICA ESECUTIVA, APPROFONDIMENTI DIAGNOSTICI E MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ DI RESTAURO** Alessandro Gatti, Eleonora Vergallo, Anna Piccirillo, Marco Nervo, Marianna Ferrero
11.20/11.40	**LE CARTE INTELATE DI PIERO MANAI: PROBLEMATICHE DI RIADESIONE DEL SUPPORTO CARTACEO ALLA TELA TRAMITE INTERVENTI LOCALIZZATI** Andrea Del Bianco, Camilla Roversi Monaco
11.40/12.00	**GLI AFFRESCHI STACCATI DI SANTA MARIA ANTIQUA, SOLUZIONI STRUTTURALI INCONSUETE NELLA RICONTESTUALIZZAZIONE** Antonio Iaccarino Idelson, Carlo Serino
12.00/12.20	**Domande e Dibattito**
12.20/12.40	***PRESENTAZIONE POSTER a cura di Stefano Volpin**
12.40/13.30	**PRESENTAZIONE POSTER TESI e PREMIAZIONE FONDAZIONE PAOLA DROGHETTI**
13.30/14.30	**LUNCH**
14.30/14.50	**DIETRO LA SCENA: IL RESTAURO DEL SIPARIO STORICO DEL TEATRO MASSIMO DI PALERMO** Roberta Civiletto, Carlo Vivirito, Belinda Giambra, Raffaele Ajovalasit,Christian Lanni
14.50/15.10	**IL RESTAURO DI DUE SIPARI ISTORIATI A CONFRONTO: STUDIO DELLA TECNICA E DELLA RESISTENZA MECCANICA** Grazia De Cesare, Mauro Torre, Domenico Poggi
15.10/15.30	**IL CROCIFISSO LIGNEO DI BOTTEGA DI NINO PISANO DELLA CHIESA DI S. PIETRO A SEANO (PRATO)** Francesca Spagnoli, Giacomo Goli
15.30/15.50	**Dibattito**

15.50/16.10	****PRESENTAZIONE POSTER a cura di Paolo Bensi**
16.10/16.30	**RESTAURO DELLE STATUE DEGLI APOSTOLI E DEI SANTI PROTETTORI DEL DUOMO DI ORVIETO, RICOSTRUZIONE DEI BASAMENTI MARMOREI E RIPOSIZIONAMENTO IN SITU** Gianluca Regoli, Carlo Serino, Francesca Romana Radiciotti, Antonio Iaccarino Idelson, Mauro Stella, Alessandra Cannistrà, Gerardo De Canio, Bruno Mazzone
16.30/16.50	**LA PIANETA FARNESE DELLA CATTEDRALE DI SANTA MARIA DEL FIORE DI FIRENZE: L'INTERVENTO CONSERVATIVO DI UN'OPERA GIA' RESTAURATA DALLA DITTA ALFREDO CLIGNON** Beatrice Agostini, Simona Morales
16.50/17.10	I**L RESTAURO DI UN' OPERA CONTEMPORANEAMENTE ANTICA E MODERNA:** **IL DIPINTO SU TELA *MODIFICATION 1962* DI ASGER JORN** Paolo Bensi, Annamaria D'Ottavi
17.10/17.30	**Domande e Dibattito**
17.40/19.00	**ASSEMBLEA SOCI**
20.30	**CENA SOCIALE**

PRESENTAZIONE POSTER

FOTOGRAFIA, CINEMA, VIDEO: restauro, conservazione, archiviazione e accesso

LA CLIMATIZZAZIONE DELL'ARCHIVIO DEL CRAF: SCELTE E METODOLOGIE DI INTERVENTO
Eugenia Di Rocco

IL RESTAURO DEI RODOVETRI IN ACETATO DI CELLULOSA DEL FONDO GAMMA FILM
Enrico Biason, Michele Di Foggia, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco

L'OBSOLESCENZA DEI QUESTIONARI, COMPARAZIONE DELLE METODOLOGIE DI ARCHIVIAZIONE
Carlotta Campanini, Emanuele Arielli, Luisa Mensi

Diagnostica, ricerche e studi applicati

PROPOSTA E REALIZZAZIONE DI UN NUOVO SISTEMA DI FODERATURA MODULABILE, ADATTO PER DIPINTI SIA ANTICHI CHE MODERNI E CONTEMPORANEI: RICERCA, STUDIO, CAMPIONATURE, TEST
Maria Beatrice Girotto

RIMOZIONE SELETTIVA DI VERNICI DA PITTURE INDUSTRIALI CON GEL NANOSTRUTTURATI, SOLVENTI ORGANICI ED EMULSIONI SOLVENTI
Sara Capriotti, Grazia De Cesare

CARATTERIZZAZIONE DI PIGMENTI E LEGANTI IN OPERE D'ARTE MEDIANTE UN APPROCCIO COMBINATO SPETTROMETRIA DI MASSA/SPETTROSCOPIA IR
Rosaria A. Picca, Cosima D. Calvano, Simona Armenise, Felicia La Viola, Elena C. Rigante, Davide Coniglio, Tommaso Cataldi, Luigia Sabbatini

Conservazione preventiva

RESTAURO PREVENTIVO E TERMOGRAFIA. CENNI METODOLOGICI PER UNA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA
Cesare Crova, Francesco Miraglia

STUDI DI CONSERVAZIONE PREVENTIVA NELL'ARTE AMBIENTALE E PUBBLICA
Alessia Cadetti, Federica Pace

Problematiche di progettazione e intervento

RESTAURO DI UN'OPERA SERIGRAFICA REALIZZATA CON COLORI ALCHIDICI SU TELA DI CORNEILLE: RIMOZIONE DEL PROTETTIVO VINILICO DALLA SUPERFICIE E DELLE STUCCATURE IN SILICONE NON ORIGINALI
Ilaria Galliano, Andrea Del Bianco, Lucia Vanghi

RESTAURO DI UN DIPINTO SU TAVOLA DEL XIV SECOLO: APPROCCIO CRITICO ALL'INTEGRAZIONE PITTORICA E UTILIZZO DI SISTEMI DIGITALI A SUPPORTO DELL'INTERVENTO ESTETICO
Gloria Iotti, Graziella Accorsi, Andrea Vigna

IL RESTAURO DEL MODELLO DELLA FONTANA DEI FIUMI DI BERNINI. TRATTAMENTO DELLE LACUNE strutturali NELLA SCULTURA LIGNEA
Pierangelo Sabella, Graziella Accorsi, Alberto Zambelli

IL FREGIO PITTORICO A MAROUFLAGE "L'UMANITÀ PRIMITIVA" DI NICOLO' BAMBINI A PALAZZO SANDI A VENEZIA: TECNICA ESECUTIVA, PROBLEMATICHE CONSERVATIVE E INDIRIZZI OPERATIVI
Federica Restiani, Jean Pierre Zocca

L'INTERVENTO CONSERVATIVO SUI DIPINTI MURALI NELLA CHIESA DI SAN MAMETE A MEZZOVICO / TICINO: PROBLEMATICHE DOVUTE AL RESTAURO DEL 1960
Gisella Burà

MOSAICO FRANZÈ O DEGLI AMORINI PESCATORI DI VIBO VALENTIA
PROGETTO PER UN RECUPERO. ROTARY CLUB HIPPONION • VIBO VALENTIA
Maria d'Andrea, Donatella Barca, Giuseppe Mantella

CONSERVAZIONE E RESTAURO DEL TEMPIO DI *SANTA VENERA* ALLA GROTTA A BARCELLONA POZZO DI GOTTO (ME)
Sebastian Sidoti

MASCHERE DI CARNEVALE IN PLASTICA: RESTAURO E RECUPERO DI BENI DEMOETNOANTROPOLOGICI
Ilaria Marrone, Grazia De Cesare

INTARSI DAL GIAPPONE. IL RESTAURO DI UN SET DI MOBILI DEL MUSEO D'ARTE ORIENTALE DI VENEZIA
Marta Boscolo Marchi, Stefania Sartori

IL CANTIERE DI RESTAURO DELLA TORRE CAMPANARIA DELLA CHIESA VALDESE DI FIRENZE
Landi Stefano, Tabbakh Sarah Fortunée

DIPINTO SU TAVOLA "TRE SANTE MARTIRI": IL RESTAURO CONSERVATIVO DI UN SUPPORTO LIGNEO GRAVEMENTE DANNEGGIATO
Antonella Fertitta, Antonella Tumminello, Cristina Catanzaro, Bartolomeo Megna, Giovanni Travagliato

FOTOGRAFIA, CINEMA, VIDEO:
restauro, conservazione, archiviazione e accesso

IL RESTAURO DEL FONDO ALBERT SAMAMA CHIKLI DELLA CINETECA DI BOLOGNA

Melissa Gianferrari*, Elena Correra Antonella Salvi *****

* Restauratrice di Materiali Cartacei e Fotografici, Ditta individuale e docente Accademia di Belle Arti di Bologna, via S. Viganò 2/A, 40124, Reggio Emilia, Italy port. +39 3929852960 info@melissagianferrari.it www.melissagianferrari.it
** Cineteca di Bologna, settore Ricerca e Progetti speciali, port. +39 3402364903 elena.correra@cineteca.bologna.it www.cinetecadibologna.it
*** Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna (IBC), Responsabile Conservazione e Restauro Patrimonio culturale regionale
Antonella.Salvi@regione.emilia-romagna.it +39 3472739923 +39, 0515276604
www.ibc.regione.emilia-romagna.it/

Abstract

Con questa comunicazione ci proponiamo di illustrare il restauro dedicato al fondo di fotografie, positive e negative di Albert Samama Chikli, risalente ai primi del Novecento.
L'intervento di restauro, per molti aspetti complesso e articolato, è stato condotto nell'ambito del progetto "FUCINE. Restauri in prima visione", facente parte di un programma più ampio, "Tre Istituzioni e un Patrimonio", sostenuto dall'Istituto dei Beni Culturali dell'Emilia-Romagna (IBC) per la conservazione e la valorizzazione di beni culturali di differente tipologia attraverso laboratori didattici-formativi. Il progetto Fucine, iniziato nel 2018, vede la collaborazione dell'IBC, dell'Accademia di Belle Arti di Bologna e di una terza Istituzione, quella titolare dei beni culturali oggetto di restauro, in questo caso rappresentato dalla Cineteca di Bologna.
Le attività complessive di "Fucine", dalle operazioni conservative, alla diagnostica e ricerca sperimentale, dalla realizzazione grafica e filmica, alla comunicazione e valorizzazione del patrimonio trattato, sono state gestite sin dalle prime fasi dagli studenti e docenti dell'Accademia dei corsi di Restauro **[1]**.
Il fondo è stato recuperato dalla sede originaria tunisina e trasferito presso l'archivio fotografico della Cineteca nel 2015. Albert Samama Chikli (1872-1934) fu pioniere del cinema e della fotografia tunisina e africana; curioso avventuriero e grande sperimentatore, Samama è un vero emblema della modernità e incarna la ricca e complessa identità culturale di cui è figlio. Nel fondo sono state individuate diverse tipologie di supporti e tecniche fotografiche: il riconoscimento si è rivelato complicato proprio per la caratteristica dell'autore di apportare modifiche ai procedimenti canonici; anche i soggetti ripresi apparivano estremamente eterogenei. Molti esemplari hanno subito un grave danneggiamento nel luogo di deposito originale e l'intervento di restauro è stato ponderato in modo specifico per ognuno di essi. In alcuni casi, le fotografie erano completamente illeggibili, perché piegate, lacunose e mancanti degli strati superficiali. Metodologie tradizionali e nuove applicazioni per il recupero di materiale fotografico hanno svelato immagini inedite, che apparivano illeggibili prima dell'intervento: i padiglioni dell'Esposizione Universale di Parigi del 1901. L'intervento è stato finalizzato al recupero delle immagini non più visibili, con interventi mirati alla gestione di un fondo compromesso, che aveva la necessità di essere conservato, digitalizzato e schedato all'interno dell'archivio di provenienza. Le singole fasi del restauro compiuto sono pertanto l'oggetto centrale della comunicazione proposta.

Introduzione

Nel caso di Chikli vale la pena partire dalla fine, dalle parole incise sulla sua lapide, al cimitero ebraico di Borgel a Tunisi: "Instancabile nella curiosità / Audace nell'impresa / Ostinato nella sfida / Rassegnato nella sventura / Lascia molti amici". Albert Samama Chikli (1872-1934) proviene da una tra le più note e abbienti famiglie ebree di Tunisi **[2]**. Il padre David Samama era il banchiere del Bey, e il creatore della prima istituzione bancaria tunisina. Il nome Chikli invece fu scelto da Albert Samama per via della piccola isola omonima situata nel lago di Tunisi, comprata dal padre nel 1860. La Tunisia di quegli anni era un Protettorato francese, istituito nel 1881 con il Trattato del Bardo, situazione politica che perdurò fino all'indipendenza tunisina del 1956, e che di fatto concretizzava una convivenza meticcia di musulmani, cattolici ed ebrei, arabi, francesi, italiani e maltesi **[3].**
Cresciuto in un ambiente fertile e poliglotta, curioso avventuriero e grande sperimentatore, Samama è un vero emblema della modernità e incarna la ricca e complessa identità culturale di cui è figlio. Attraverso una continua esplorazione delle più nuove tecnologie, dai raggi x al telegrafo, la radio e sopratutto la fotografia e il cinema, Chikli viene riconosciuto fin da subito come colui che introduce il cinema in Tunisia **[4]** per aggiudicarsi poi il primato di pioniere del cinema del continente africano. La vita di Chikli è un romanzo d'avventura, dal protagonista leggendario, una mitologia che Samama stesso contribuisce a creare, e in cui si definiscono

facilmente tre capitoli principali. La stagione più folle e avventurosa è quella della belle époque (1890-1914): a poco più di sedici anni si imbarca come marinaio per le Antille, a diciassette raggiunge l'Australia e a venti compirà il primo viaggio in bicicletta (da lui introdotta nel continente africano); nel 1895 apre un suo laboratorio di radiografie, l'anno successivo studia il telegrafo senza fili appena brevettato da Marconi e, coevo dei Lumière, è uno dei primi a proiettare i loro film a Tunisi. Il secondo capitolo è segnato dalla Prima guerra mondiale: Chikli è sul fronte, fotografo e operatore dell'armata francese. L'ultimo capitolo prende vita negli anni Venti, quando realizza i primi film di finzione del continente africano: *Zohra* (1922), e *Aïn el Ghazel* (1924).
Sui primi rapporti che la Tunisia intraprende con il cinematografo apprendiamo molto dalle recenti ricerche di Morgan Corriou **[5]**, e nello specifico per la filmografia di Chikli rimandiamo anche agli studi di Aboubakar Sanogo, Ouissal Mejri e Mariann Lewinsky **[6]**. Le prime proiezioni pubbliche a pagamento hanno luogo a Tunisi nell'ottobre 1896, per iniziativa di "M. Albert, fotografo", spesso erroneamente confuso con Albert Samama, mentre le prime immagini in movimento girate in Tunisia sono delle vedute Lumière realizzate all'inizio del gennaio 1897 da uno dei loro operatori più prolifici, Alexandre Promio. In quegli stessi anni Samama inizia a sperimentare con i raggi x, conosce grazie a Raoul Grimoin-Sanson il Cinéorama, il primo tentativo di proiezione a 360 °, nel 1900 è presente all'Esposizione universale, e tra il 1903 e il 1905 lancia il 'Cinémato- Chikli', nel teatro municipale di Sfax e nel casinò di Tunisi, dove programma film francesi assieme ad alcuni film realizzati da lui stesso. Intanto nel paese si diffondono le prime proiezioni cinematografiche, prima itineranti, nei music-hall e nei casinò, per arrivare poi nel 1908 all'apertura della prima sala.
La non-fiction è certamente uno dei terreni più fertili della sperimentazione di Samama, che diventa testimonianza visiva – fissa e in movimento - delle grandi scoperte di inizio secolo: scende 40 metri sotto la superficie del mare a bordo di un sottomarino per effettuare riprese subacquee, filma Parigi, Bruxelles e Tunisi da una mongolfiera, riprende un'eclissi di luna. Da foto amatore Samama è molto determinato a conquistarsi un ruolo da professionista, e dal 1906 entra in rapporti con le principali società cinematografiche del periodo, tra cui Pathé e Gaumont. Anche grazie alla vicinanza con i Bey, ma sopratutto per la vorace fame di conoscenza e propensione al viaggio, i suoi film e le sue fotografie diventano preziose testimonianze dell'epoca: documenta le tradizioni, la politica e l'industria del suo paese e non solo, ed è testimone delle principali attualità del momento: nel 1908 è a Messina per il violento terremoto, nel 1911 si occupa della guerra italo-turca e va in Tripolitania, filmando il conflitto dalla parte della resistenza libica.
Nel gennaio 1916, a quarantadue anni, si arruola come soldato di seconda classe e entra nella Sezione cinematografica e fotografica dell'Esercito francese, filmando la Prima guerra mondiale dalle prime linee del fronte. È dunque piuttosto tardivo il rapporto che Samama intraprende con il cinema di finzione, ed è molto probabile che una delle spinte a cimentarsi in questo genere derivi anche dalla figlia di Samama, Haydée, protagonista dei due film diretti dal padre. Di fatto *Zohra* (Tunisia, 1922) o *L'Odyssée d'une jeune française en Tunisie* è ancora oggi riconosciuto, seppur con qualche margine di ambiguità, come il primo film africano. Haydée Chikli non è solo la protagonista del film ma anche l'autrice della sceneggiatura, e il film, di cui oggi rimangono solo una decina di minuti, diventa dunque anche la prima preziosa testimonianza femminile del cinema africano. Il secondo film *Aïn El-Ghazel* (Tunisia, 1924), anche in questo caso sceneggiato da Haydée, viene indicato da Georges Sadoul, nella sua *Storia del cinema mondiale*, come il primo e unico "tentativo di un paese dell'Africa del nord di creare un cinema nazionale, durante il periodo del muto" **[7]**.
Nel vastissimo universo di Samama Chikli si intrecciano innumerevoli piani di riflessione e tematiche importanti, quali il ruolo dell'Africa nel contesto della storia del cinema, la (auto e etero) rappresentazione visiva del continente africano, il peso dello stesso Chikli nella storia del cinema, e, non da ultimo, gli effetti del colonialismo nella Tunisia degli inizi del secolo scorso. La complessità della vita e dell'opera di Samama è rispecchiata appieno dal fondo a lui intitolato. La Cineteca di Bologna acquisisce il Fondo Albert Samama Chikli nel 2015, in continuità con un lavoro di ricerca e valorizzazione del patrimonio filmico ed extra filmico dei Paesi arabo-mediterranei già intrapreso a partire dagli anni Ottanta e confluito, negli anni Duemila, in un progetto di restauro e diffusione del cinema africano, in parte realizzato nell'ambito del World Cinema Project. In questi cinque anni la Cineteca si è impegnata ad assicurare al fondo, estremamente fragile nello stato di partenza, una condizione di sicurezza ottimale, garantendo tutte le fasi di conservazione, inventario e digitalizzazione secondo gli standard ministeriali, e contemporaneamente promuovendo un complesso lavoro di studio e valorizzazione dei materiali che ha portato a una serie di iniziative tra cui: la retrospettiva "Albert Samama Chikli, principe dei pionieri" e una mostra fotografica organizzati a Bologna in occasione dell'edizione 2015 del festival Il Cinema ritrovato; una sezione interamente dedicata al Samama all'interno della mostra *Lumière e l'invenzione del cinematografo* (Bologna, Sottopasso, 2016); la collaborazione con l'Accademia di Belle Arti di Bologna di cui è oggetto il presente intervento. Inoltre è in corso di realizzazione il film *Il principe dei pionieri* (titolo provvisorio), di Mariann Lewinsky e Antonio Bigini, che prenderà vita a partire principalmente dalla collezione depositata in Cineteca. Il fondo è composto da circa 15.000 unità e i materiali presenti sono assai eterogenei: fotografie (carta, pellicola, vetro), cartoline, disegni su carta, documenti, francobolli, riviste, libri, ceramica e oggetti vari, oltre che qualche frammento di film. Il materiale è conservato e suddiviso nelle seguenti categorie: 01_ETNO / 02_PRIVATO / 03_CINEMA / 04_GUERRA. Al momento attuale sono 3500 le immagini

digitalizzate ad alta risoluzione, cui si aggiungono più di 2000 scansioni in formato jpg. Il lavoro di inventario e indicizzazione raggiunge più di 1300 elementi.
Il restauro dedicato al fondo di fotografie positive e negative di Albert Samama Chikli è stata un'esperienza didattica che ha coinvolto gli studenti del terzo e quarto anno di corso della Scuola di Restauro dell'Accademia delle Belle Arti di Bologna. Un primo sopralluogo presso l'Archivio fotografico ha messo in luce le varie criticità: il fondo appariva estremamente eterogeneo per temi, formati, procedimenti e tipologia di supporti. Le stampe e i pochi negativi su vetro presenti erano già stati messi in sicurezza dal personale dell'archivio e in parte condizionati in carta o in buste di materiale plastico per la conservazione **[Fig. 1; Fig. 2]**.





Figura 1. Albert Samama Chikli nello studio della sua casa di Tunisi al civico 13 di rue Sidi-Sofiane
Figura 2. Primo sopralluogo con gli studenti del Ciclo Unico in Restauro dell'Accademia nell'Archivio fotografico della Cineteca di Bologna

Descrizione del fondo d'archivio
Attraverso una prima analisi ottica, supportata da microscopi portatili **[8]**, sono state studiate/osservate le caratteristiche dei supporti: il riconoscimento si è rivelato complicato da attuare per la caratteristica del fotografo di apportare modifiche ai procedimenti canonici e di sperimentare le tecniche allora conosciute, coniugandole con altre.
In particolare, sono state individuate da parte degli studenti alcune tecniche argentiche a "uno strato", come le carte salate e altre a "tre strati", ovvero carte baritate, presumibilmente virate o colorate. Un'ulteriore indagine in questa fase è avvenuta compilando una "scheda fondo", ovvero mettendo a confronto i dati rilevati, i "tipi di degrado" riscontrati, con i dati che ci sono stati forniti dal personale d'archivio, risalenti al momento del ritrovamento e/o trasferimento.
Il danneggiamento del fondo appariva generalizzato e molto consistente: le evidenti e molteplici cause di degrado che hanno interessato il materiale fotografico nella sede originaria e di deposito a Tunisi hanno contribuito a rendere più complessa la manipolazione delle opere che si presentavano compromesse e danneggiate in modo ormai "stabile": fattori intrinsechi di instabilità dovuti ai trattamenti di fissaggi e lavaggi, oltre ai procedimenti stessi e alla loro naturale fragilità, si aggiungevano fattori estrinsechi come temperatura e umidità relativa incontrollata, alte temperature e fuoco, agenti biodeteriogeni, fonti luminose incontrollate.
Per intervenire in modo corretto dal punto di vista deontologico è stato dunque necessario il confronto diretto con il personale d'archivio, anche per analizzare le modalità di intervento per poi pianificare un programma di conservazione su un fondo eterogeneo che non è stato possibile trattare in "emergenza", ma che il cui recupero sarebbe avvenuto a distanza temporale dal disastro e a campione.
Non essendo infatti stato possibile gestire un recupero "in toto" all'interno del progetto "Fucine", è stato avviato, proprio grazie a questa iniziativa, un progetto di recupero parziale che ha segnato le linee guida per un intervento sul fondo nella sua interezza. Sono stati selezionati 38 positivi su carta e una lastra alla gelatina bromuro d'argento che sono stati oggetto di restauro nel Corso in Restauro dei materiali fotografici, all'interno del profilo PFP5, durante l'A.A. 2018-2019. La scelta verteva sullo stato di conservazione compromesso e sulla diversità dei soggetti ripresi che apparivano estremamente eterogenei **[9].**

Stato di conservazione

Fuoco, acqua e manipolazione incontrollata nella sede originaria hanno danneggiato molti esemplari e in alcuni casi, le fotografie erano completamente illeggibili, perché piegate, lacunose o mancanti degli strati superficiali; delle 38 selezionate, ben 27 mostravano il lato immagine, o il *verso* incollato alla carta di altri supporti. La grande panoramica, a tre strati, appariva piegata su sé stessa e le pieghe secche con andamento verticale erano visibili sia sul *verso* che sul *recto*, causando lacune, perdita di planarità e impedendo la leggibilità dell'immagine

[Fig. 3; Fig.4].
Fortunatamente, nonostante i numerosi danni meccanici, le parti interessate dalla sovrapposizione dei quattro elementi compositivi risultavano perfettamente coese. L'attacco biologico aveva causato ulteriori piccole lacune del lato immagine, lasciando visibile lo strato di barite sottostante.

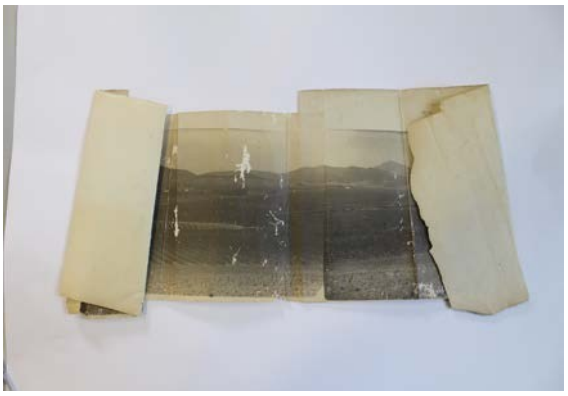



Figura 3 e 4. "Panoramica – paesaggio agrario", gelatina ai sali d'argento, 207x702 mm – prima del restauro

Anche una carta salata e alcuni provini a contatto si mostravano illeggibili e molto compromessi dal punto di vista meccanico; inoltre, lo strato contenente l'immagine, in certi casi era mancante, o presentava fessurazioni e conseguenti sollevamenti della zona sottostante. Polvere, depositi coerenti e incoerenti, residui di varia natura dovuti all'incuria e ai danni conseguenti al danneggiamento della sede di deposito erano ben visibili su tutte le opere e in alcuni casi hanno contribuito a renderle parzialmente o totalmente compromesse **[Fig. 5; Fig. 6]**.

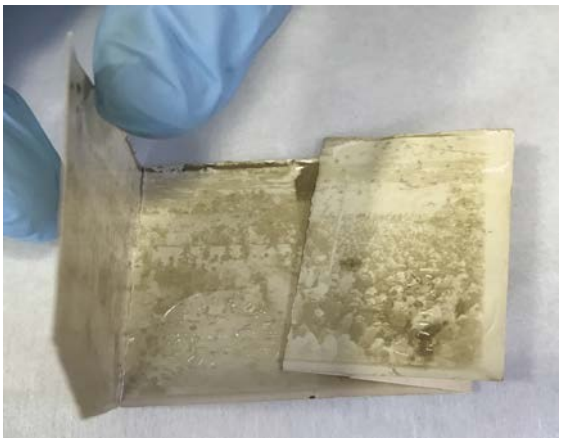



Figura 5."Gruppo – cerimonia", aristotipo alla gelatina, 70x63 mm, prima del restauro
Figura 6. "Uomo con animali da soma", carta salata, d 49, prima del restauro

I danni meccanici hanno coinvolto anche lo stato di conservazione del negativo su lastra, che era frammentato e lacunoso, oltre a presentare residui di nastri adesivo e di collante attivo **[Fig. 7]**.
Le stampe conservate in origine "una sull'altra" apparivano danneggiate e parzialmente illeggibili: in molti casi, infatti, il *recto* era quasi completamente occultato dal *verso* di un secondo positivo fotografico, adeso in più punti.
Il fuoco aveva causato decoesione dell'emulsione, mentre l'umidità incontrollata aveva dato luogo ad un substrato "colloso"; contemporaneamente, il supporto aveva perso la sua resistenza meccanica e la carta si mostrava estremamente fragile e tendeva a frammentarsi. Proprio l'azione combinata di questi due fattori (variazioni termoigrometriche incontrollate e il fuoco), ha presumibilmente dato luogo al formarsi di "blocchi" di positivi, da tre, fino a un numero massimo di 27, che risultavano compatti e di conseguenza, completamente illeggibili. Per il personale d'archivio non era possibile visionarle correttamente, né digitalizzarle o condizionarle nel modo più idoneo, a causa di tale degrado ormai apparentemente stabilizzato **[Fig. 8]**.





Figura 7. lastra alla gelatina bromuro d'argento (mm 120x90-9x12) "Mongolfiere" - prima del restauro
Figura 8. "blocco" di 27 positivi su carta baritata: "Padiglioni – Esposizione Universale di Parigi"

Intervento di restauro finalizzato ad arrestare il degrado e a restituire la fruibilità del fondo

La predisposizione di un ambiente di deposito per la conservazione di materiale fotografico storico dovrebbe prevedere un allestimento per consentire la corretta conservazione dei vari supporti presenti, dei negativi, dei positivi e ciò sarebbe auspicabile anche in locali non destinati. Purtroppo, non è sempre possibile individuare i rischi che può presentare un edificio che, come in questo caso, non era assolutamente preparato ad accogliere un fondo così eterogeneo e delicato. Oltre a stilare una casistica delle varie cause di degrado e dei pericoli naturali ad esso connessi, sono essenziali un piano di prevenzione, la formazione del personale preposto al salvataggio e all'acquisto della strumentazione necessaria per far fronte a un disastro che può determinare la perdita parziale o totale di un fondo fotografico.
Nel caso del fondo Albert Samama Chikli, il materiale fotografico è stato depositato all'interno di una casa di famiglia dopo aver subito innumerevoli spostamenti e cambiamenti di condizioni esterne. Ciò che si può valutare sono le situazioni oggettive: le opere, oltre ad essere ormai prive di resistenza meccanica del supporto in carta, hanno risentito dell'azione di un duplice degrado, le variazioni termoigrometriche consistenti e incontrollate e il presunto danneggiamento dovuto a un incendio nel deposito che ha determinato la decoesione superficiale della gelatina, macchie e lacune.
Le fasi di restauro sono state finalizzate ad arrestare il degrado esistente e al recupero della coesione superficiale dell'emulsione e al distacco dei supporti adesi, in modo da restituire la fruibilità al fondo. Alcune tecniche proposte sono state messe a punto grazie anche all'approccio interdisciplinare con altri settori **[10]**.

Intervento sui "blocchi" di positivi

Le operazioni proposte, rientrando nell'attività didattica, avevano come fine ultimo la messa a punto di una metodologia di distacco e messa in sicurezza dei positivi adesi fra di loro, in modo tale da restituirne la fruibilità e poterne eventualmente eseguire il restauro completo di ogni fase necessaria, in un secondo momento.
Era importante infatti che gli studenti effettuassero il distacco di un numero maggiore possibile di positivi in condizioni critiche e non leggibili, in modo da collaborare attivamente con il personale d'archivio che doveva garantirne la fruizione all'utente finale, attraverso le operazioni di digitalizzazione e schedatura.
Il "blocco" di stampe fotografiche ed i singoli positivi distaccati sono stati documentati fotograficamente prima, durante e dopo le operazioni effettuate **[Fig. 9]**. Dopo la depolveratura del recto e del verso del "blocco" di fotografie nonché la pulitura a secco del verso, trattandosi di un intervento al di là dell'ordinario restauro dei positivi fotografici, è stato fondamentale studiare e testare i diversi metodi di distacco, al fine di individuare quello più funzionale rispetto al caso in esame. Il "blocco" di positivi fotografici è stato in primo luogo inserito in un'apposita cella al fine di umidificare in maniera uniforme l'oggetto, per poter poi intervenire in maniera localizzata **[Fig. 10]**. Per il distacco delle fotografie sono stati testati due metodi: il primo, mediante l'utilizzo di

una spatola e di una striscia in Melinex®, umidificando localmente le zone adese con un umidificatore ad ultrasuoni utilizzando vapore freddo **[11]**, così da esercitarne l'azione in maniera localizzata e controllata sulla zona adesa al positivo sottostante, in modo tale da favorire il distacco, ed il secondo, impiegando nuovamente la spatola e la striscia in Melinex®, previa inserimento del "blocco" di positivi fotografici in cella di umidificazione, apportando l'umidità principalmente in corrispondenza della zona di adesione dei positivi. In entrambi i casi, prima di eseguire le prove di distacco, è stato eseguito un test preliminare impiegando una striscia in Melinex®, al fine di individuare le principali zone di adesione delle stampe fotografiche. Il secondo metodo è risultato essere il più idoneo, permettendo di distaccare i positivi delicatamente e riducendo al minimo la frammentazione del fragile supporto originale. Contestualmente al distacco, i frammenti già presenti, nonché i piccoli frammenti dovuti alla manipolazione dei positivi ed alle operazioni di separazione degli stessi, sono stati consolidati e ricollocati con velina giapponese Vang 25-504 (9g/mq) **[12]**, in modo tale da rinforzare meccanicamente i supporti cartacei già gravemente compromessi ed evitare di creare danni meccanici al supporto nonché la perdita dei frammenti già distaccati, che sono stati opportunamente ricollocati **[Fig. 11]**.
Nel caso della fotografia distaccata n.7, a causa della grave entità dei danni meccanici riscontrati, si è ritenuto opportuno eseguire una velinatura integrale. **[Fig. 12, Fig. 13]** . L'intervento ha permesso la corretta manipolazione dei positivi che sono stati distaccati, recuperati nella loro interezza e nella loro leggibilità; si è scelto di non effettuare un restauro "completo" di pochi esemplari, ma di recuperarne e condizionarne il numero maggiore possibile, così da consentirne la digitalizzazione e la corretta conservazione in Archivio.



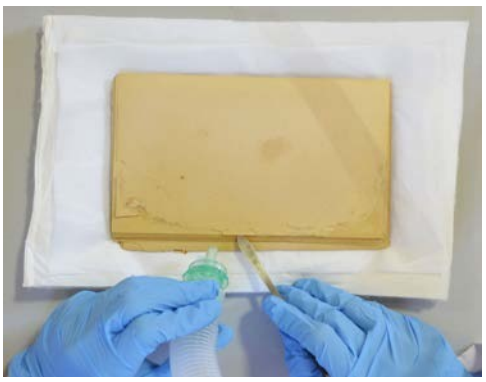


Figura 9. Il "blocco" prima dell'intervento di distacco e messa in sicurezza

Figura 10. Il trattamento con 'umidificatore ad ultrasuoni e l'azione combinata della camera umida

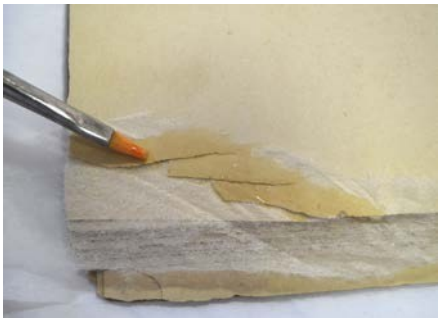




Figura 11. La fermatura dei frammenti durante e dopo il distacco

Figura 12: Il recupero di uno dei positivi facente parte del "blocco"

Intervento sulla panoramica "paesaggio agrario"

L'intervento di restauro è stato anche in questo caso peculiare, perché, dopo le necessarie fasi di pulitura superficiale, è stata applicata una specifica metodologia per il recupero della planarità dell'opera, ponendo particolare attenzione alla sua struttura compositiva.
La panoramica è ottenuta, infatti, unendo più elementi e in questo caso, quattro riprese: per mantenere questa caratteristica originale dell'oggetto e non comprometterlo visivamente o strutturalmente, si è deciso di non applicare sul verso un supporto intero, ma di riproporre le esatte sagome delle varie sezioni. Per fare ciò, era

fondamentale la rapidità di intervento: per questo motivo non sono stati usati collanti acquosi, ma un adesivo in soluzione alcolica, precollando i veli **[Fig. 14]**.
In tal modo, è stato possibile agire in momenti diversi, facendo aderire così le singole sezioni, modalità non concessa dalla foderatura tradizionale. In primo luogo, la studentessa ha effettuato una mappatura grafica del degrado, per poi procedere con l'intervento di restauro. La fase di umidificazione è avvenuta in camera umida con una membrana in Sympatex, che apportasse un passaggio graduale di vapore acqueo, molto importante prima della foderatura.
Sono stati effettuati alcuni test, per valutare quale fosse la velina migliore, in termini di trasparenza e capacità filmogene ed è risultata la velina 25-508 (17gr/mq) precollata con Klucel G al 6% in alcool etilico.
Questo metodo ha consentito di svolgere ogni operazione senza l'apporto di umidità o particolare pressione e anche il montaggio conservativo scelto, consentiva all'utente finale di visionare la panoramica evidenziando ogni sezione attraverso un restauro estremamente rispettoso dell'opera e che mantenesse la sua stabilità dimensionale a lungo termine **[Fig. 15; Fig. 16]**.
Il fondo di Albert Samama Chikli è stato oggetto di un'esperienza didattica particolarmente significativa, perché ha coinvolto gli studenti nel restauro di varie tipologie di supporti e tecniche fotografiche estremamente compromesse e in molti casi illeggibili. Di conseguenza, le metodologie proposte sono state differenti e, a seconda dei casi, hanno consentito di mettere in pratica tecniche di intervento sperimentali sulle opere di un fondo fotografico molto importante della Cineteca di Bologna.

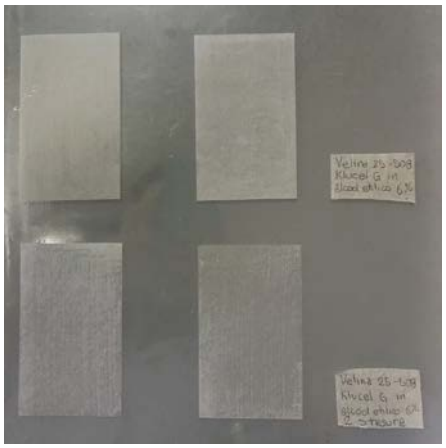
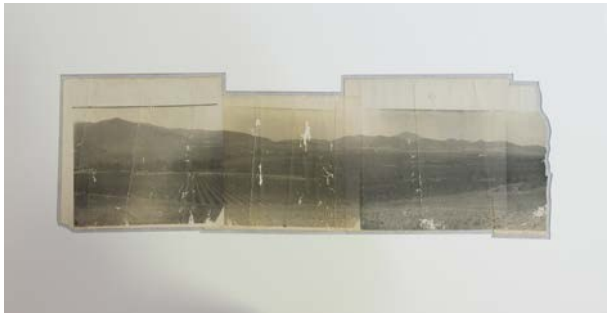




Figura 13. Alcuni test effettuati per individuare la metodologia scelta per la foderatura con i veli precollati.
Figura 14. L'applicazione dei veli precollati con adesivo in soluzione alcolica.



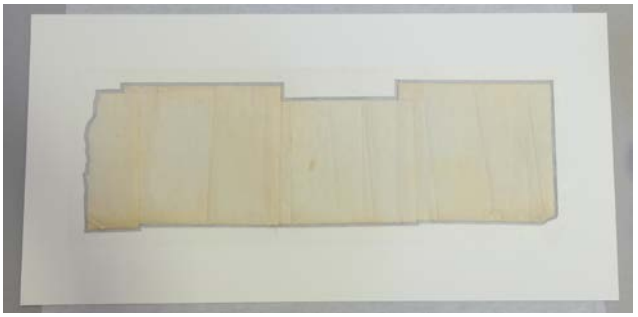


Figura 15, 16. il recto e il verso dell'opera dopo la foderatura e il montaggio

NOTE

[1] Il progetto "Fucine", oltre al restauro del fondo A.S.Chickli, ha interessato il restauro del fondo di manifesti "L. Emmer" e un progetto sperimentale finalizzato al recupero dei supporti trasparenti.
Il progetto generale, coordinato da Antonella Salvi dell'Istituto Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna, ha visto il coinvolgimento dei seguenti docenti dell'Accademia, tutti del Dipartimento di Arti Applicate: Corso Ciclo Unico in Restauro: Camilla Roversi Monaco, Melissa Gianferrari, Andrea Del Bianco, Michele Di Foggia; Corsi di Design Grafico: Danilo Danisi; Corso di Linguaggi del cinema e dell'audiovisivo:
Maurizio Finotto. Gli studenti coinvolti sono: (restauro) Leonardo Albasini, Aurora Belli, Carlotta Belluzzi, Elisa Bertoli, Valentina Carnali, Maria Cristina D'Amico (per il "blocco" di 27 positivi), Claudia De Rose, Beatrice Facchini, Annalisa Forghieri, Chiara Galassi, Haoyi Jiang, Ginevra Marchetti, Beatrice Marseglia, Martina Paganin, Veronica Ricotta (per la "panoramica"), Marina Ronconi, Alice Troiano, Giovanni Vonella; (design grafico) Michele Battaglioli, Lorenza Becchi, Luca Binetti, Giorgia Costantini, Emy Michelin, Daniele Putzu; (linguaggio del cinema e degli audiovisivi): Umberto Baldacci, Rosalaura Inferrera, Martina Lossi, Mariada Scatigna. Il progetto "Fucine" è stato presentato nel gennaio 2019, presso l'Accademia delle Belle Arti di Bologna: contributi di Elena Correra, Andrea Del Bianco, Melissa Gianferrari, Andrea Meneghelli, Camilla Roversi Monaco, Antonella Salvi.
[2] Per la biografia di Samama Chikli rimane fondamentale il libro commissionato da Djaouida e Paul Vaughan: Mansour Guillemette, *Samama Chikli, un tunisien à la rencontredu XXème siècle*, Simpact, 2000.
[3] Sulla Tunisia coloniale e sui rapporti tra colonizzati e colonizzatori si rimanda all'opera di Albert Memmi, sopratutto *Portrait du colonisé* (1957).
[4] L'informazione compare già nel 1912 nel *Dictionnaire illustré de la Tunisie de Paul Lambert* come scrive Corriou in Corriou Morgan, *Tunis et les « temps modernes » : les débuts du cinématographe dans la Régence (1896-1908)*, in *Publics et spectacle cinématographique en situation coloniale*, Tunis, IRMC CERES, 2012.
[5] Corriou Morgan, op.cit.
[6] Oltre agli studi dei singoli autori, si veda *Il cinema ritrovato 29. edizione. Bologna 27 giugno-4 luglio 2015*, Bologna, Cineteca Bologna, 2015.
[7] Sadoul Georges, *Storia del cinema mondiale dalle origini ai nostri giorni*, Feltrinelli, 1964, p. 668.
[8] **M**icroscopio Dino-Lite® Digital Microscope, ingrandimento 30-50x;
[9] Le immagini erano infatti rappresentative della figura poliedrica di Chikli: una delle panoramiche della città di Tunisi, ripresa presumibilmente dal pallone areostatico, un negativo raffigurante la mongolfiera, alcuni ritratti di gruppi, riproduzioni artistiche, paesaggi, immagini in studio, documentazioni di celebrazioni di massa e cerimonie.
[10] Si sottolinea la collaborazione con il corso di Restauro dei manufatti in materiali sintetici lavorati, assemblati e/o dipinti, del Ciclo Unico in restauro, più precisamente con Lucia Vanghi e Andrea Del Bianco per le metodologie applicate con le carta precollate.
[11] un umidificatore ad ultrasuoni a vapore freddo della linea Enviracaire della marca Honeywell®).
[12] e colla Tylose MH 300 P al 6% in acqua deionizzata.
[13] Sono state distaccate dieci stampe fotografiche e poste sotto peso previa inserimento tra due fogli in Bondina® (30 g/mq)al fine di recuperare la planarità dei supporti cartacei che, in seguito alle operazioni di umidificazione, presentavano una leggera tendenza ad imbarcarsi.
I positivi fotografici distaccati sono stati infine interfogliati con carta barriere e posti in una cartellina appositamente realizzata con materiali certificati per la conservazione.

BIBLIOGRAFIA

1. Andrea Del Bianco, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco, Carlotta Zanasi: "Metodi di adesione non acquosa applicabili a materiali cartacei, membranacei e fotografci", XIII Congresso IGIIC, Torino 22/24 ottobre 2015, pp. 299-305.
2. Andrea Del Bianco, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco, Enrico Biason "Il cellophane nel restauro dei materiali trasparenti", XVI Congresso IGIIC, Trento 25/27 ottobre 2018, pp.253-260 (atti del convegno).
3. IPI, *"IPI's Guide to Sustainable Preservation Practices for Managing Storage Environments"*, Image Permanence Institute, Rochester, New York, 2011
4. Lavédrine B., *"A guide to the preventive conservation of photograph collections*, The Getty Institute, Los Angeles, 2003.
5. Delia Federica, *"La gestione delle emergenze"*, in *"Il restauro della fotografia, materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali"*, a cura di Barbara Cattaneo, Nardini Editore, 2012.
6. Matè Donetella, *"Fotografie, Orientamenti per la conservazione"*, Nardini Editore, 2016.
7. A cura di Picollo Marcello, Cattaneo Barbara, Vianelli Daniela*"Memoria fotografica, storia di un recupero collettivo"*, Atti del convegno, IFAC-CNR, 2019.
8. Mansour Guillemette, *Samama Chikli, un tunisien à la rencontredu XXème siècle*, Simpact, 2000
9. Corriou Morgan, *Tunis et les « temps modernes » : les débuts du cinématographe dans la Régence (1896-1908)*, in *Publics et spectacle cinématographique en situation coloniale*, Tunis, IRMC CERES, 2012.
10. *Il cinema ritrovato 29. edizione. Bologna 27 giugno-4 luglio 2015*, Bologna, Cineteca Bologna, 2015.

LA VIDEOARTE MONOCANALE NATIVA DIGITALE IN ITALIA. RACCOLTA E REPERTORIAZIONE PER LA CONSERVAZIONE

Piero Deggiovanni*

*Docente di Storia dell'arte contemporanea e di Storia e teoria dei nuovi media, Accademia di Belle Arti, Bologna, Via Beniamino Gigli,7, 40137, Bologna, 3381505197, piero.deggiovanni@ababo.it

Abstract

Il presente contributo aspira a fare il punto sulla situazione relativa alla conservazione, archiviazione e accesso delle opere di videoarte cosiddette "native digitali", presso enti pubblici e associazioni private che hanno contribuito maggiormente alla promozione e divulgazione di una delle principali forme d'arte contemporanea, istituendo festival ad essa dedicati e archivi on line. Aspira altresì a presentare proposte valide relativamente alla archiviazione, conservazione e repertoriazione delle opere di videoarte native digitali.

Introduzione. Cultura del software e sistema dell'arte

Sino ai primi anni del XXI secolo, la videoarte e più in generale le produzioni audiovisive, erano realizzazioni artistiche di autori impegnati principalmente nella produzione di opere oggettuali da esporre in galleria. Con la digitalizzazione di tutti i segnali analogici, e la conseguente nascita di una specifica cultura del software, negli ultimi dieci anni si è andata precisando sempre più una nuova figura d'artista che si dedica esclusivamente alle produzioni audiovisive, ma spesso proviene da discipline espressive affatto diverse come la performance, il teatro, la danza, l'animazione, la grafica, la fotografia e il cinema, amalgamate, per la prima volta, in prodotti ibridi di difficile collocazione sistematica. Questa nuova figura d'artista e di opere, sono ancora del tutto marginali e poco valorizzate nel sistema distributivo dell'arte contemporanea. Le opere finiscono con l'essere fruite e divulgate solo su piattaforme digitali in rete ed esposte in festival dedicati ai molteplici aspetti dell'audiovisivo, dalla video arte ai corti cinematografici ai documentari, sottolineando in questo modo la difficoltà che il sistema dell'arte manifesta nel considerare arte *tout court* questa tipologia di progetti. Alla ricerca di un nuovo standard economico utile alla promozione della cultura del software nel sistema dell'arte, dovrà affiancarsi un nuovo standard nella archiviazione, catalogazione e fruizione delle opere audiovisive digitali. In questo frangente credo che i vari festival dedicati alla videoarte nel nostro Paese, possano rappresentare attualmente un modello diffuso di archivio che potrebbe persino consorziarsi e condividere dati sensibili relativi ad opere e autori al fine di giungere ad un quadro omogeneo, seppur dinamico, della videoarte. Tale fenomeno ha spinto il videoartista verso festival dedicati agli audiovisivi in generale e in particolare alle opere in video, generando una moltiplicazione esponenziale di rassegne internazionali che presentano assortite sperimentazioni le quali coinvolgono dispositivi e linguaggi di varia natura opere conservate nei database dei festival. Purtroppo la recente indagine ministeriale sulle realtà conservative della videoarte in Italia, ovvero il *Censimento degli Archivi della video arte e dei film d'artista in Italia*, non ha dato conto di questa preziosa realtà archivistica diffusa sul territorio nazionale.

Il censimento del MiBACT a fronte della realtà distributiva della videoarte nativa digitale in Italia

Il recente *Censimento degli Archivi della video arte e dei film d'artista in Italia* promosso dal MiBACT in collaborazione con l'Università degli Studi di Torino, il Dipartimento di Giurisprudenza dell'Università Bicocca, il Dipartimento di Studi Umanistici e del Patrimonio Culturale dell'Università degli Studi di Udine, il Dipartimento di Pianificazione, Design e Tecnologie dell'Architettura dell'università di Roma La Sapienza, ha portato alla realizzazione di un portale: *Varia. Videoarte in Italia*, il quale presenta analiticamente i risultati del sondaggio di fondi privati e pubblici che conservano audiovisivi su vari supporti e in vari formati, dalla pellicola al VHS, al digitale. La ricognizione, seppur vasta, presenta lacune importanti come l'assenza dell'archivio Luciano Giaccari ora in via di digitalizzazione da parte della Fondazione Pinault di Venezia, che non figura tra gli enti censiti, così come non è presente il fondo della Biennale di Venezia. L'iniziativa ha dato l'opportunità ai vari enti pubblici e privati di partecipare autopromuovendosi, ma in questo modo il censimento si è arricchito di archivi eterogenei e incoerenti con le finalità dichiarate, come mediateche comunali o fondazioni che conservano film documentari sul mondo imprenditoriale. Questo comporta purtroppo una genericità che rischia di falsare la ricognizione, la quale, per contro, non individua con maggior precisione le collezioni di videoarte monocanale native digitali. L'utilità di tale iniziativa risiede nell'aver presentato per la prima volta uno spaccato sulle produzioni audiovisive in Italia a partire dal 1965 ad oggi, dandone un quadro quantitativo, ma non qualitativo, infatti, al censimento sono sfuggiti i festival di videoarte e i loro ricchissimi database di opere native digitali, e archivi di opere su supporto analogico, quando il problema della loro archiviazione, repertoriazione, conservazione

e consultazione è tra i maggiori che l'attuale evoluzione tecnologica dei dispositivi e dei formati pongono al curatore di fondi archivistici. Del resto, una delle finalità principali dichiarate sul sito ministeriale dai responsabili del censimento è "conoscere e valorizzare le pratiche artistiche audiovisive, anche in prospettiva della loro conservazione, per arrivare – non da ultimo – a una revisione della storia della video arte e del film d'artista in Italia, la quale presenta molte lacune dovute in primo luogo alla difficoltà di accedere agli archivi e alle opere conservate su supporti obsoleti o a rischio di obsolescenza". Ciò significa che i responsabili del progetto hanno privilegiato l'aspetto conservativo dei supporti analogici data la loro massiccia presenza a fronte delle opere digitali e indubbiamente questo comporta serie difficoltà logistiche: molti archivi non sono disponibili alla consultazione per mancanza di spazi attrezzati con dispositivi adeguati. Venendo all'analisi dei dati conclusivi del censimento, esso ha individuato 63 fondi, 74 soggetti conservatori, 65 soggetti produttori, per un totale di 36009 opere di videoarte e film d'artista. Tuttavia si evidenziano alcune incongruità del materiale audiovisivo conservato da taluni enti se messo a confronto con le finalità dichiarate dai responsabili del progetto: se si tratta di censire i fondi di videoarte e cinema d'artista, non possono essere presenti fondi di cinema d'impresa o documentari o film di *fiction* anche se realizzati da noti registi cinematografici e questo rimette in discussione i dati quantitativi riportati. In realtà, fondi e soggetti conservatori sono in numero maggiore e se tra i soggetti produttori includiamo anche i video artisti italiani, tra storicizzati e attuali, raggiungiamo le 800 unità. La presenza – probabilmente dovuta ad autodichiarazione – di fondi di artisti che conservano le proprie opere è pertanto molto sottostimata così come quella dei soggetti conservatori. Tra questi ultimi figurano festival cinematografici e non di videoarte, e non sono stati considerati i fondi on line dedicati alle produzioni digitali di questi ultimi venti anni da cui si evincono cifre affatto diverse da quelle riportate dal censimento, come vedremo qui di seguito. Tuttavia, il censimento mette in chiara luce come la quasi totalità dei fondi non abbia applicato alcun protocollo catalografico, tanto meno la scheda OAC, e come le produzioni audiovisive in Italia vengano conservate senza una adeguata tutela ministeriale almeno a partire dai fondi di maggior rilievo internazionale.
http://www.aap.beniculturali.it/varia.html

I "festival" di videoarte in Italia

Nel nostro Paese non sono molti gli eventi dedicati alla presentazione e divulgazione della videoarte. Attualmente sono attive sette rassegne alcune delle quali, nonostante utilizzino il termine "Festival", in realtà presentano opere video in proiezioni non competitive, tranne l'ultima edizione dell'Asolo Art Film Festival (2019), che sotto la direzione artistica di Cosimo Terlizzi, ha aperta una sezione competitiva dedicata alla videoarte.

La rassegna *INVIDEO*, organizzata a Milano fin dal 1990 a cura dell'Associazione Italiana Amici Cinema d'Essai – AIACE, dichiara esplicitamente di essere una "mostra internazionale di video e cinema oltre […] punto di riferimento per tutta la produzione audiovisiva legata all'arte elettronica e alle nuove tecnologie." È importante segnalare quanto descritto nel sito della mostra poiché evidenzia come i promotori abbiano privilegiato l'evoluzione tecnologica dei dispositivi anziché le retoriche dei linguaggi di ogni singolo genere: "lo scopo [della mostra è] di dotare Milano di un archivio permanente dedicato alla produzione artistica sperimentale nel mondo (video arte, cinema e video di ricerca e sperimentale, documentari, videomusica, video di danza e teatro, ritratti di artista, fiction sperimentale...), acquisisce anno dopo anno, attraverso un lavoro di ricognizione approfondito e ad ampio raggio, le opere italiane ed internazionali più significative che vengono presentate al pubblico nel corso della grande Mostra annuale. In occasione della manifestazione, oltre alla presentazione di un programma particolarmente ricco e diversificato, vengono proposti incontri con gli autori, anteprime, dibattiti, retrospettive, performance e video installazioni." Il limite di una simile operazione è insito nella natura dei dispositivi: dopo la digitalizzazione, sono gli stessi per ogni genere audiovisivo, pertanto ritorna importante, a mio avviso, discernere le opere in base ai linguaggi e alle retoriche sottese, suddivise per categorie. Il suo pregio resta l'aver creato per primo, un vasto archivio aperto al pubblico negli spazi concreti della Fabbrica del Vapore associandosi al lavoro decennale svolto da Mario Gorni, tra i fondatori del Consorzio C/O Careof – VIAFARINI. La mostra è diretta da Romano Fattorossi e Sandra Lischi con la consulenza artistica di Elena Marcheschi. L'organizzazione e l'archivio sono a cura di Alessia Barzaghi e confluisce in quello più vasto del Careof che conserva 7089 opere di videoarte.
http://www.mostrainvideo.com/p.aspx?t=general&mid=4&l=it

La rassegna *Avvistamenti (non) è un Festival*, si celebra a Bisceglie. Nata nel 2002 come progetto articolato del Cineclub Canudo, nel suo titolo riecheggia la tradizionale vocazione del territorio a tenere costantemente sotto osservazione le coste minacciate dal mare. Per estensione, avvertono gli organizzatori Antonio Musci e Daniela Di Niso: "Avvistare vuol dire guardare lontano, vedere ciò che è distante o non facilmente visibile all'occhio umano. L'avvistamento presuppone dei confini da varcare, dunque la distanza non è intesa come barriera, ma come distesa che si offre al vedere, un territorio da esplorare, in cui avventurarsi per primi. *Avvistamenti*, fin dalla sua prima edizione, si pone come punto di riferimento per la ricerca e la sperimentazione in ambito artistico, tra video,

cinema, musica, teatro e arte contemporanea, con proiezioni, mostre, videoinstallazioni, workshop, incontri e performance dal vivo degli artisti invitati. *Avvistamenti* è un progetto dedicato all'innovazione audiovisiva e sonora, alla sperimentazione artistica e cinematografica, al video d'autore e alla musica elettronica e contemporanea, alla connessione tra diversi linguaggi artistici, all'*intermedialità* e all'*expanded cinema*, al rapporto tra suono e immagine, all'installazione interattiva e multimediale, alla videoarte e alla videoperformance." In sostanza, ed è bene sottolinearlo, il (non) festival *Avvistamenti* si concentra proprio sui linguaggi artistici e sulle loro interazioni o, come ultimamente si suol dire, sulle loro ibridazioni. Nonostante gli organizzatori insistano sulla impossibilità di una rigida categorizzazione post digitale, osservano una rispettosa distanza tra i generi, il loro idioma poetico, e allargano l'attenzione al rapporto tra immagine e suono al punto da dedicare alle loro interazioni una sezione specifica intitolata *Sonimage*. Anche Avvistamenti ha un respiro internazionale che vede la partecipazione di importanti artisti stranieri e possiede un archivio che è in via di digitalizzazione e inventariazione. Per quanto riguarda il materiale documentario relativo a seminari di artisti e incontri con il pubblico durante il festival, dal 2002 al 2014, è quasi tutto prodotto e conservato in cassette minidv e digital 8. Poi, dal 2015, i video sono quasi tutti nativi digitali. Tutto questo materiale è in originale. Discorso diverso per le opere proiettate che sono su vari supporti, a seconda del periodo in cui sono state presentate. I primi anni, dal 2002 al 2004, le proiezioni avvenivano da minidv, poi molti lavori sono stati registrati in dvd e qualche blu ray, ma la maggior parte sono in file video, sempre da master. Il fondo documentario consta di 100 cassette minidv da 60 minuti. Mentre le opere di videoarte native digitali sono 100.
http://www.avvistamenti.it/

A Napoli, dal 2005, si celebra la rassegna internazionale di videoarte *Magmart*, sotto la direzione di Enrico Tomaselli. È una mostra non competitiva dedicata esclusivamente alle opere di videoarte con partecipazioni da tutto il mondo racimolando in quindici anni di attività un archivio di duemila artisti e migliaia di opere attualmente disponibile solo in parte sul sito del festival senza link attivi ai video per motivi di copyright. Secondo quanto afferma Enrico Tomaselli: "Il festival Magmart nasce con un duplice intento: valorizzare la videoarte italiana, e rafforzare l'interscambio artistico-culturale con il panorama video artistico internazionale. In questa prospettiva, soprattutto per quel che riguarda il primo punto, costante è stata la ricerca di buone opportunità per portare la videoarte italiana nei luoghi istituzionali dell'arte contemporanea. Sin dalla sua prima edizione, il festival ha stabilito quindi una partnership con il CAM - Casoria Contemporary Art Museum (Napoli), presso cui si svolge l'evento finale del festival, con la proiezione dei 30 video selezionati, che a loro volta vanno ad arricchire la collezione del museo stesso. Nel corso degli anni, il festival ha instaurato diverse collaborazioni, sia in ambito italiano che internazionale. La V edizione del festival, oltre il consueto evento finale al CAM, è stata caratterizzata dalla proiezione integrale degli oltre 300 video inviati, durante una tre giorni al PAN - Palazzo delle Arti di Napoli. Ugualmente, la VII edizione ha visto la proiezione integrale nella sede del Forum Universale delle Culture. A partire dal 2013, in parallelo con il festival, sono stati organizzati dei progetti speciali come il progetto *100x100=900*. 100 artisti internazionali sono stati invitati a realizzare ciascuno un video su un anno del '900. Nel 2014, ha fatto seguito il progetto *F.I.V.E. Feelings International Videoart Experience.* Il progetto era focalizzato sui cinque sensi, e si è attivato attraverso un call aperta, dalla quale una giuria ha selezionato 25 video, cinque per ciascuno dei sensi. Nel 2015, il progetto *FOODS*, in coincidenza con l'Expo universale di Milano, che aveva come tema *"Feeding the planet - energy for life"*. Dal 2014, il festival è diventato biennale." Il database su cui poggia il festival contiene opere solo dalla VI edizione in avanti e vi sono schedati 3195 video, e 1784 artisti. Per una serie di problemi relativi ai diritti d'autore, i video non sono resi visibili on line.
https://www.magmart.it/festival.php

A Bologna, a partire dal 2006, si tiene il *Videoart Yearbook*, importante appuntamento interamente dedicato alla ricerca videoartistica. Promosso da Renato Barilli, inizialmente il comitato scientifico si avvale della collaborazione di Alessandra Borgogelli, Paolo Granata, Silvia Grandi, Fabiola Naldi, Paola Sega, ai quali, recentemente, si sono aggiunti Guido Bartorelli e Pasquale Fameli. La rassegna è nata nell'ambito del Dipartimento delle Arti Visive dell'Università degli Studi di Bologna e fin dai suoi esordi ha contribuito in modo fondamentale a selezionare e promuovere la ricerca videoartistica più interessante a livello nazionale. L'iniziativa, diretta principalmente agli studenti universitari, ha da subito conquistato un ruolo autorevole a livello nazionale ed è diventata un punto di riferimento per artisti e appassionati. La formula scelta dai curatori prevede una esplicita e naturale aderenza al mondo dell'arte contemporanea delle opere in video aprendosi tuttavia alle variegate forme della ricerca e della sperimentazione proposte dagli artisti. Ogni anno una personalità del mondo dell'arte contemporanea è invitato a tenere una conferenza sulla propria esperienza professionale legata alla videoarte. Nel 2009 esce un catalogo dell'annuario della videoarte che raccoglie saggi metodologici del comitato scientifico e schede per ognuno dei centoquattro artisti presentati durante i primi tre anni di rassegna. Un primo nucleo archivistico che è andato incrementandosi negli anni grazie alla costante indagine sul campo. Come affermato nel risvolto della terza di copertina, la videoarte a livello mondiale è uno dei linguaggi artistici più frequentati: "Bologna in questo campo ha qualche merito prioritario, dato che nel gennaio 1970 vi si tenne una mostra in cui

già compariva una rete di monitor, animati da un circuito chiuso e destinati a trasmettere opere direttamente registrate su nastro elettromagnetico. Renato Barilli, che fu tra i curatori di quella mostra, è poi divenuto il decano del settore arte contemporanea del Dipartimento delle Arti Visive dell'Ateneo petroniano, e in tale veste ha sentito il dovere e il diritto morale di istituire una rassegna annuale della migliore produzione video, limitata al nostro Paese." Attualmente nel database del festival sono conservate 480 opere di 450 artisti.
http://www.videoartyearbook.net/

Sempre a Bologna, ma a partire dal 2015, si tiene *Meta-Cinema* che ha per sottotitolo: *Festival non competitivo delle audiovisioni ibridanti*. La rassegna mira a presentare le sperimentazioni audiovisive digitali a tutto tondo, cioè al di là dei generi, focalizzate sulla ibridazione dei linguaggi, dei temi, delle poetiche, in tutti gli ambiti audiovisivi: dal documentario all'animazione, dalla video arte alla video performance, dalla video danza al video teatro. Come per l'annuario della videoarte, siamo in presenza di una iniziativa accademica rivolta principalmente agli studenti, atta a divulgare la ricerca in ambito audiovisivo, ma seguita da molti artisti e cultori della materia. Il *concept* del festival parte da alcune considerazioni cruciali: "a partire dalla digitalizzazione dei segnali analogici, espressioni come cinema sperimentale, cinema d'artista, cinema underground, videoarte, video performance, animazione, assumono sempre meno validità nel definire le creazioni audiovisive – ormai incentrate essenzialmente sulla post-produzione e sul montaggio – poiché in grado di avvalersi di ogni prodotto disponibile in forma digitale, realizzando sempre nuove ibridazioni estetiche che ricombinano i linguaggi e il repertorio, i generi e le tecniche, con potenzialità espressive e sfumature pressoché illimitate." *Meta-Cinema* è un progetto culturale dell'Accademia di Belle Arti di Bologna ed è curato da Piero Deggiovanni e Teresa Valdaliso. La rassegna ha respiro internazionale e contiene al suo interno giornate di studi sui vari aspetti della videoarte in relazione alle poetiche e alle ricerche attuate dai principali autori italiani e stranieri, ed è in collaborazione con il Reale Collegio di Spagna in Bologna. A partire dal 2020, l'archivio del festival entrerà a far parte del Fondo Storico dell'Accademia e si aprirà alla consultazione in loco. Nel database del festival sono conservate 470 opere di 70 videoartisti italiani e stranieri. Trattandosi di una donazione ad una istituzione statale che forma, tra gli altri, restauratori e conservatori di archivi, il fondo di videoarte verrà archiviato e conservato secondo i criteri di catalogazione indicati dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) adottandone la scheda OAC. Quest'ultima, ad una prima ricognizione, non risulta però completamente idonea alla individuazione di tutte le caratteristiche specifiche di un'opera di videoarte nativa digitale e andrà modificata in modo opportuno. Pertanto, la catalogazione che verrà attivata in seno al Fondo Storico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna si porrà come progetto pilota per una modifica necessaria della scheda OAC. Tale progetto verrà illustrato più sotto in un paragrafo dedicato.
http://www.ababo.it/ABA/2019/11/30/meta-cinema-2019/

IBRIDA, Festival delle arti intermediali, nasce a Forlì nel 2015 allo scopo di indagare e divulgare le produzioni e le ricerche più recenti nell'ambito dell'audiovisivo sperimentale (videoart, found footage, meta-cinema, animazione 2D e 3D, ecc.), accogliendo in maniera del tutto naturale al suo interno anche la performance art e la musica elettronica. Si tratta di un festival non competitivo curato dall'Associazione Culturale Vertov Project, con la direzione artistica di Francesca Leoni e Davide Mastrangelo. *IBRIDA* fiorisce dai semi di una precedente rassegna sempre a cura del duo Leoni/Mastangelo, e dal 2016 si sviluppa in più giornate all'interno della Fabbrica delle Candele e altri spazi della città di Forlì. Questo festival, secondo quanto afferma Davide Mastrangelo: "non nasce da una richiesta culturale o economica precisa, ma da una necessità nostra di creare uno spazio fisico, nel quale incontrarsi, che sul nostro territorio mancava. Un luogo dedicato alle ibridazioni, un festival che mettesse la sperimentazione audiovisiva al centro della questione e che desse spazio sia agli artisti affermati che ai giovani talenti. Ibrido rispetto ai linguaggi ai codici dell'audiovisivo degli ultimi anni. Questa è una teoria che abbiamo affrontato e discusso più volte. Con questo ci teniamo a sottolineare che non vogliamo assolutamente tracciare dei confini, perché la sperimentazione è sempre stata libera da schemi ed in continua evoluzione. Noi in qualità di artisti e ricercatori supportati da critici e studiosi, ci limitiamo a presentare il fenomeno per quello che è ampliando la strada." L'idea di presentare la ricerca artistica in atto senza alcun pregiudizio è riverberata dallo spazio che ospita il festival che, per sua struttura – un cortile ampio su cui si affacciano sale di diversa metratura – induce all'idea di comunità e condivisione, di presa diretta e simultanea con la realtà del contemporaneo. In un certo senso è anch'esso un luogo performativo che si completa con un catalogo che documenta l'edizione 2019 del festival il cui database conserva opere solo a partire dal 2018 con 166 video di altrettanti artisti.
https://ibridafestival.it/

Spostandoci a Occidente, e più precisamente alla Galleria per l'Arte Moderna e Contemporanea del Comune di Viareggio, sempre a partire dal 2015, ecco *Over the Real. Festival internazionale di videoarte*. Con la direzione artistica di Maurizio Marco Tozzi e Lino Strangis, il festival ha un comitato scientifico che si avvale della consulenza di Veronica D'Auria, Alessandra Arnò, Adonay Bemudez, Gabriel V. Soucheyre. La rassegna aspira ad un collegamento internazionale e, secondo le parole di Tozzi scritte nel catalogo 2015 che accompagna il

festival: "nasce grazie alla collaborazione di esperti del settore che non hanno solo svolto l'importante ruolo di selezionatori delle opere ma hanno concorso ad inserire il Festival di Viareggio in un circuito dell'arte contemporanea che ha già contribuito a riportare alla luce molte città europee che grazie ad eventi di cultura digitale hanno creato nuovi interessanti scenari anche dal punto di vista turistico." Entrando più nel merito del senso generale del Festival, Strangis, dal canto suo, sottolinea che "per introdurre la mentalità che sta alla base di questo festival basterebbe forse far riferimento alle motivazioni che ci hanno portati a sceglierne il titolo OVER THE REAL ("oltre la realtà/realtà oltre") e subito proporre una prima domanda di fondo: 'cos'è la realtà?' […] una definizione fatta di precisi confini tra ciò che c'è, esiste, e ciò che costituisce una interpretazione da parte dell'uomo, che percepisce e rielabora i fenomeni, assegnandogli qualità e comportamenti non riscontrabili come effettivamente presenti. […] Nelle opere degli artisti che presentiamo si configurano realtà alternative che, venendo ad essere sugli schermi, nel nostro Spazio-Tempo, ampliano letteralmente le gamma di fenomeni che compongono il reale, spingendo sempre oltre l'asticella che segna i limiti di ciò che è conoscibile e, se le cose esistono in un certo modo nel momento in cui le osserviamo, allora quando si fruisce una di queste opere esse letteralmente aumentano la realtà." Il festival ospita conferenze, incontri didattici e performance. Dal 2019 *Over the Real* è parte integrante del Lucca Film Festival. Il suo database di opere native digitali raccoglie 743 opere di altrettanti artisti italiani e internazionali.
https://overthereal.com/

Archivi on line

Ognuna di queste rassegne, se prese nel loro insieme, rappresentano un potenziale vasto archivio on line di opere native digitali, se gradatamente si giungesse ad una inventariazione che ne salvaguardasse la proprietà e offrisse una schedatura scientifica di autori e opere secondo un protocollo riconosciuto dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione del MiBACT. Il primo passo verso una articolazione coordinata dell'archivio diffuso oggi rappresentato in Italia dai vari festival di videoarte potrebbe essere l'organizzazione di un *Consorzio Nazionale dei Festival e degli Archivi di Videoarte* con sito web dedicato, che ospiti una raccolta in grado di unificare e gestire i contenuti di ciascuna banca dati che includa però realtà operative già esistenti come l'Associazione Visualcontainer nata a Milano nel 2008 grazie all'iniziativa di Alessandra Arnò, Giorgio Fedeli e Paolo Simoni, le cui finalità, sono la promozione e distribuzione dei video presenti nell'archivio "per mostre, progetti istituzionali, didattici e screening privati. Il servizio culturale svolto è rivolto a curatori, musei, istituzioni, gallerie, docenti e anche a semplici appassionati di arte contemporanea, che vogliano esporre o consultare opere di videoarte. Visualcontainer distributor tutela il diritto d'autore degli artisti destinando loro il 50 % dei proventi relativi alla concessione d'uso temporanea. Accanto all'attività di distribuzione Visualcontainer distributor sviluppa progetti curatoriali, promuove scambi culturali internazionali, pubblicazioni, manifestazioni artistiche e fornisce supporto informativo e didattico (seminari, workshop). L'attività di promozione e divulgazione della videoarte prevede anche scambi internazionali, eventi curatoriali e didattici, svolti anche in collaborazione con festival, università, organizzazioni istituzionali e no profit operanti in Italia e in tutto il mondo." Attualmente Visualcontainer possiede 310 opere di videoarte, copie da master archiviate su Hard Disk esterno di 91 artisti, catalogate con criteri interni e non secondo la scheda ministeriale OAC.
http://www.visualcontainer.org/it/

Sempre a Milano, ma a partire dal 2009, nasce un importante archivio di videoarte, l'ArtHub, progetto di un importantissimo sito dedicato all'arte contemporanea UnDo.net, attivo tra il 1995 e il 2015, creato dal duo Premiata Ditta s.a.s. ovvero, Anna Stuart Tovini e Vincenzo Chiarandà. L'archivio non è più aggiornato dal 2015 a causa della chiusura di UnDo.net, ma offre ancora oggi uno spaccato significativo delle produzioni audiovisive a partire dai primi anni Novanta del secolo scorso con oltre 1000 opere di 507 artisti in archivio registrate nel 2013. ArtHub, come dichiarato dalla sua curatrice, Cecilia Guida, si pone "come un osservatorio permanente sulla scena creativa contemporanea: in particolare il progetto intende valorizzare attraverso l'archivio e la piattaforma online gli artisti che operano nella video e sound art, promuoverne la produzione e la fruizione delle opere, favorire l'accesso ad un pubblico vasto e allargato […] In una realtà che prevede uno stato di connessione continuo e imprescindibile, la conoscenza avviene e si sviluppa, in primo luogo, on line e sui motori di ricerca; di conseguenza, spazi collettivi, come Art Hub, rappresentano una risorsa fondamentale per gli interessi di curatori, critici, artisti, collezionisti e appassionati, permettendo di svolgere ricerche per nomi, titoli e parole-chiave." Alcune opere conservate nel database di ArtHub sono ancora oggi fruibili in rete e visibili anche se a bassa definizione.
http://arthub.undo.net/index.php?action=pagina&idpag=1374322851

A Roma, sempre nel 2009 nasce l'Associazione C.A.R.M.A. Centro d'Arti e Ricerche Multimediali Applicate, realtà importante dedicata interamente alle arti digitali e in particolar modo agli audiovisivi e alle loro interazioni con le altre discipline artistiche. Fondata e diretta dal team curatoriale Le Momo Electronique, opera sotto la direzione artistica di Lino Strangis, affiancato dai curatori Veronica D'Auria e Maurizio Marco Tozzi e questo ci

riporta al senso di iniziative come *Over the Real* poiché le finalità dell'associazione, come dichiarato nel sito, è di operare: "in Italia e all'estero organizzando mostre, eventi, rassegne, manifestazioni, festival, concerti, workshop e conferenze nell'ambito delle arti multimediali. L'associazione si propone come struttura di ricerca, produzione e promozione delle arti contemporanee, rivolgendo particolare attenzione alle arti elettroniche e digitali (video arte, videoinstallazioni, computer art, sound art, teatro intermediale, cinema d'avanguardia e musica elettronica sperimentale). Obiettivo del C.A.R.M.A. è quello di offrire con costanza una panoramica esauriente sullo stato delle arti multimediali, proponendo ampie selezioni di autori, dai pionieri internazionali alle promesse nazionali, ai talenti locali, attraverso un costante lavoro di monitoraggio e di raccolta, reso possibile anche dalla pubblicazione di bandi internazionali e dalla costituzione dell'archivio per arti audiovisive e musica di ricerca." In effetti, all'interno del proprio sito ospita un elenco di artisti con dati e link ai siti personali, tuttavia non sono fruibili le opere. Nel corso degli anni, dal 2009, sono arrivate circa 5.000 opere da 1.000 artisti. Il comitato curatoriale dell'associazione ha selezionato quelle ritenute artisticamente importanti, circa 250, esponendole in mostre e festival in tutto il mondo ed inserendole in archivio. Gli artisti selezionati sono circa 90 di cui 50 italiani e 40 stranieri provenienti da: Cina, Stati Uniti, Francia, Russia, Brasile, Iran, Giappone, Germania, Spagna, Inghilterra, Olanda, Svezia, Bielorussia, Belgio, Vietnam, Etiopia, Venezuela, Lituania. http://asscarma.wixsite.com/carma

Sommando i fondi dei festival e degli archivi on line, si giunge ad una rilevanza quantitativa molto importante sia dei video artisti, sia delle opere ivi conservate, quasi interamente composta da file nativi digitali o registrati su supporti digitali. Parliamo di 11.090 artisti e 13.533 opere di autori italiani e stranieri. Tali fondi contribuiscono a creare un database diffuso raggiungibile via Internet, ma ordinato arbitrariamente, basato sulla buona volontà di ciascun ente e privo della scientificità tassonomica della scheda ministeriale OAC come dimostrato anche dal Censimento MiBACT riferito ad altri enti.

La catalogazione del Fondo di videoarte monocanale nativa digitale dell'Accademia di Belle Arti di Bologna. Un progetto pilota per l'implementazione della scheda OAC dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD)

Affrontiamo ora la problematica della catalogazione corretta di un'opera di videoarte monocanale nativa digitale e, per estensione, di qualsiasi prodotto audiovisivo nativo digitale. Per questa ragione si propone la modifica della scheda OAC quale progetto pilota del Fondo Storico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna intesa anche come esercitazione pratica per gli allievi della Scuola di Restauro del profilo PFP5. La versione disponibile di tale scheda è la 3.01. Sapendo che attualmente è ancora in fase di elaborazione una versione 4.00, non disponibile sul sito dell'ICCD, definita *Normativa Trasversale*, tale proposta mira a contribuire ad una implementazione dei paragrafi, campi strutturati e sottocampi, al fine di individuare con maggior precisione tassonomica le caratteristiche di fondo di tale tipologia di opere d'arte contemporanea immateriali.
Quale premessa indispensabile prima di affrontare i dati catalografici, è bene ricordare come il problema della catalogazione, conservazione e archiviazione delle opere di videoarte monocanale native digitali, abbia interessato gli specialisti a livello internazionale – molto più che in Italia – e portato a diversi approcci nell'ultimo decennio. Nel contesto dibattimentale e sperimentale, si è fatta strada un concetto perfettamente funzionale alle modalità distributive di tali opere: mi riferisco al concetto di *preservazione* che si è ormai sostituito a quello di *conservazione*. Date le sue peculiari caratteristiche, un'opera d'arte nativa digitale è immateriale e soggetta a rapida obsolescenza a causa dell'evoluzione tecnologica dei dispositivi, dei supporti e dei formati. Il concetto di *preservazione* implica il mantenimento in efficienza dell'archivio anche tramite l'accesso e la moltiplicazione delle copie delle opere presenti in più fondi messi in rete. Preservare attraverso l'accesso risulta essere la migliore strategia poiché prevede la condivisione e l'accesso, anche attraverso Internet, come forma di conservazione a cui necessariamente va affiancata un costante aggiornamento dei formati. Tuttavia, dobbiamo accettare il fatto che un'opera nativa digitale non sia restaurabile poiché – una volta perse – le informazioni in codice binario non sono più recuperabili; da qui la necessità della sua moltiplicazione. Un'opera nativa digitale nasce copia per definizione e la sua qualità dipende dalla riproduzione da master condivisa in più archivi. La preservazione, al momento, è l'unica strategia di restauro possibile per le opere native digitali.
In linea con quanto espresso dal gruppo italiano dell'INCCA (International Network for the Conservation of Contemporary Art), per mantenere traccia dell'opera in caso di danneggiamento – oltre alla possibilità data dalla sua moltiplicazione e conservazione in vari archivi – è indispensabile individuare l'intenzione artistica, il *meaning*, dell'opera stessa che non coinciderà semplicemente con una sinossi, ma dovrà indicare dettagliatamente le caratteristiche tecniche come, per esempio, nel caso delle video installazioni. Alla conservazione dell'opera su supporti digitali dovrà affiancarsi la documentazione cartacea che ne conservi traccia in caso di accidentale formattazione causata da eventi imprevisti. Infatti, il problema della messa in rete degli archivi di opere native digitali implica il serio pericolo della perdita dei dati conservati nei supporti di stoccaggio (server, hard disk esterni, unità SSD) per ragioni spesso casuali e fortuite. Pertanto, ogni archivio di opere native digitali dovrà avere almeno

due supporti o depositi digitali, che contengano le copie. Dovrà essere mantenuto scollegato dal computer, soprattutto se quest'ultimo offre l'accesso ad Internet. L'archivio, piuttosto, dovrà avvalersi di un personale sito su cui conservare opere e relative informazioni, che permetta l'accesso al pubblico.
Venendo infine alle caratteristiche catalografiche delle opere native digitali, la scheda OAC dovrà essere modificata tenendo conto dei dati statistici qui esposti in comparazione analitica.
Al paragrafo **OGGETTO (OG)**, nel campo strutturato **IDENTIFICAZIONE TITOLO/SOGGETTO (SGT)**, dovrà essere aggiunto il sottocampo: Sinossi (SGTS). La sinossi è la descrizione dell'opera nei suoi contenuti e nel suo svolgimento diegetico. Illustra le intenzioni simboliche dell'artista.
Al paragrafo **LOCALIZZAZIONE (LC)**, nel campo strutturato **COLLOCAZIONE SPECIFICA (LDC)**, il sottocampo: Sito Internet/posizione/ (LDCV) andrà implementato con l'indicazione del **codice QR** il quale, nel caso di una scheda cartacea, permette l'immediata visione dell'opera sul Web con l'ausilio di uno smartphone.
Una implementazione più complessa riguarda il paragrafo **DATI TECNICI (MT)** il cui campo strutturato **MATERIALI/ALLESTIMENTO (MTC)** risulta troppo generico e orientato all'individuazione degli allestimenti e non di semplici opere digitali. Il sottocampo: Materiali, tecniche, strumentazione (MTCI), non permette una individuazione più analitica dei dispositivi utilizzati, dei supporti e dei formati i quali andranno scorporati in altrettanti sottocampi: Dispositivi Hardware (MTCH); Dispositivi Software (MTCW); Supporti (MTCY), al fine di individuarne gli standard analogici e digitali (BETA, VHS, S-VHS, DVpro, DVcam, MiniDV, DVD, File Master); Formati (MTCF), fondamentali per individuare preliminarmente la qualità dell'opera (AVI, MPEG4, MOV, MKV, VOB), tra i più comuni. Al campo strutturato **MISURE (MIS)**, andrà aggiunto il sottocampo: Risoluzione Video (MISR), informazione imprescindibile per comprendere le dimensioni della proiezione e la sua definizione in pixel (4:5, 16:9).
Al paragrafo **FONTI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO (DO)**, il campo strutturato **MOSTRE (MST)**, andrà modificato includendo anche i festival di videoarte poiché questi ultimi sono ormai il sistema distributivo privilegiato delle opere native digitali e andrà rinominato in **MOSTRE/FESTIVAL**, mantenendo invariato l'acronimo ad esso riferito **(MST)**.

Conclusioni

L'attuale emergenza COVID-19, ha dimostrato inequivocabilmente la rilevanza della dimensione digitale sia sul piano comunicativo, sia sul piano artistico. Ciò che fino a pochi mesi fa era normale agire nel mondo reale è stato costretto ad esplicarsi nel mondo digitale della Rete: mostre, eventi, convegni, conferenze, rassegne, performance. L'infausto fenomeno epidemiologico ha posto in luce la necessità di un aggiornamento nei criteri e sistemi di raccolta dati sul contemporaneo da parte del MiBACT e simultaneamente ha posto in rilievo il problema della selezione qualitativa delle opere da conservare digitalmente. La quantità documentaria digitale relativa agli eventi artistici ha raggiunto vastità tali da imporre una selezione rigorosa. Dai siti dedicati ai festival, agli archivi on line, al loro utilizzo dei social networks per la divulgazione delle informazioni e delle opere, si è ormai costruita una realtà seconda completamente digitalizzata che va considerata parte integrante della realtà concreta.
Per contro, il censimento *Varia. Video arte in Italia*, ha rintuzzato il problema, caro a Cesare Brandi, della centralità di uno sguardo critico e storico artistico nella raccolta e catalogazione delle opere d'arte, nella fattispecie immateriali, su supporto analogico o native digitali. È risultato più che evidente che se al catalogante, archivista o restauratore, non viene associata una figura di critico specializzato su un determinato campo di indagine, presto la deriva dei dati si fa fuorviante vieppiù mistificatoria: si trova solo ciò che si conosce e apprezza, non il panorama artistico nella sua oggettiva realtà concreta.

Bibliografia

AA.VV., *"Videoart Yearbook"*, Fausto Lupetti ed., Bologna, 2009.
Amaducci Alessandro, *"Videoarte. Storia, autori, linguaggi"*, Kaplan, Torino, 2014.
Amendola Alfonso, *"Videoculture. Storia, teorie ed esperienze artistiche dell'audiovisivo sperimentale"*, Tunué, Latina, 2012.
Balzola Andrea, (a cura di), *"Arte e media. Formazione ricerca produzione, origini identità prospettive"*, Scalpendi Editore, Milano, 2010.
Balzola Andrea, Monteverdi Anna Maria, *Le arti multimediali digitali. Storie, tecniche, linguaggi, etiche ed estetiche delle arti del nuovo millennio"*, Garzanti, Milano, 2004.
Bordini Silvia, *"Videoarte & Arte. Tracce per una storia"*, Lithos, Roma, 1995.
Bordini Silvia, (a cura di), *"Arte contemporanea e tecniche: materiali, procedimenti, sperimentazioni"*, Roma, Carocci, 2007.
Campanelli Vito, *"Remix. Analisi socio-estetica delle forme comunicative del web"*, Doppiozero ed., Milano, 2015.
Deggiovanni Piero, *"Apocalittico e ibridato. Le avventure del corpo nell'epoca del meta-cinema"*, in *"Le regole del corpo. Norma e arbitrio"*, catalogo della mostra a cura di Valeria Roncuzzi, Accademia di Belle Arti, Bologna, maggio 2016, Minerva ed., Bologna, 2016.
Deggiovanni Piero, *"Antologia critica della videoarte italiana, 2010-2020"*, Kaplan, Torino, 2019.
Lischi Sandra, *"Visioni elettroniche. L'oltre del cinema e l'arte del video"*, Biblioteca di Bianco & Nero-Fondazione Scuola Nazionale di Cinema, Roma, 2001.
Mancinelli Maria Letizia, *"Gli standard catalografici dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione"*, in *"Le voci, le opere e le cose. La catalogazione dei beni culturali demoetnoantropologici"*, ICCD, Roma, 2018, pp. 279 - 302.
Saba Cosetta G., *"Archivio cinema arte"*, Mimesis, Milano, 2014.
Valentini Francesca, *"Teorie della conservazione dell'arte contemporanea"*, tesi di dottorato In "Storia e conservazione dell'oggetto d'arte e d'architettura" XXI ciclo Università Roma Tre, Scuola dottorale in culture della trasformazione della città e del territorio, 2009.
Valentini Valentini, Saba Cosetta G. (a cura di), *"Medium senza Medium. Amnesia e cannibalizzazione: il video dopo gli anni Novanta"*, Roma, Bulzoni Editore, 2015.

IL FONDO FRANZINI: RESTAURO E VALORIZZAZIONE DELLE PELLICOLE CINEMATOGRAFICHE IN FORMATO RIDOTTO

Lorenzo Calicchio*, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco***, Mirco Santi******

*****Restauratore di materiali cartacei, fotografici e cinematografici presso l'*Archivio Fotografico Parisio*, Piazza del Plebiscito, 10, 80132 Napoli. Cell.: 3400725790 – e-mail: calicchio.lorenzo@gmail.com
**Restauratrice di materiali cartacei e fotografici, Ditta individuale - via S. Viganò 2/A, 40124 Reggio Emilia e docente Accademia di Belle Arti di Bologna. Cell.: 3929852960 – e-mail: info@melissagianferrari.it
***Restauratrice di materiali cartacei, direttore tecnico *Laboratorio degli Angeli S.r.l.* - via degli Angeli 32, 40124 Bologna e docente Accademia di Belle Arti di Bologna. Cell.: 3483527999 –e-mail: camilla.roversimonacoababo.it
**** Responsabile laboratorio restauro e digitalizzazioni *Home Movies - Archivio Nazionale del Film di Famiglia* - via Sant'Isaia 18, 40123 Bologna. Cell.: 3498724554 – e-mail: mirco.santi@gmail.com

Abstract

Il lavoro intende illustrare le metodologie adottate per il restauro, la salvaguardia e la fruizione di diciotto pellicole cinematografiche in formato ridotto appartenenti al fondo della famiglia Franzini, conservato presso l'*Archivio Nazionale del Film di Famiglia* di Bologna. Il fondo rappresenta un'importante testimonianza documentaria e storiografica in quanto, oltre ad alcune pellicole di contenuto strettamente legato alla quotidianità familiare, ne contiene altre inedite di grande interesse storico, girate durante il Secondo Conflitto Mondiale.
Il progetto è frutto del connubio tra gli interventi tipicamente ascrivibili alla sfera del restauro fotografico e gli interventi e le procedure adottate dalle istituzioni che si occupano di restauro di materiale filmico.
Saranno quindi illustrate le metodologie di intervento normalmente impiegate nel restauro cinematografico, dall'inventariazione delle pellicole all'analisi del loro stato di degrado, fino ai più recenti processi di digitalizzazione e rielaborazione digitale delle immagini. Infine sarà presentato un metodo sperimentale di scansione che ha consentito la digitalizzazione di una pellicola in pessimo stato di conservazione per un grave degrado fisico-chimico e ritenuta per questo irrecuperabile. La peculiarità del fondo e la polimatericità dei suoi componenti hanno richiesto un elaborato intervento che, oltre a prevedere il restauro conservativo degli elementi che corredavano le pellicole (contenitori artigianali in carta decorata), ha dovuto tener conto dell'elemento chimico che costituisce il supporto delle pellicole: il triacetato di cellulosa. Quest'ultimo, apprezzato per la flessibilità, la trasparenza e la non infiammabilità, è chimicamente instabile e pertanto suscettibile di un grave decadimento: la sindrome dell'aceto. Tale degrado ha coinvolto alcune delle pellicole causando, in una in particolare, una grave deformazione del supporto dovuta alla considerevole perdita di idratazione e di flessibilità unitamente a una grave fragilità alla manipolazione. Nella maggior parte dei casi, un degrado di questo tipo non consente la digitalizzazione delle pellicole che vanno così incontro a un inesorabile destino. Per far fronte a questo tipo di ostacolo, si è messo a punto un sistema che, utilizzando una fotocamera reflex, ha consentito di digitalizzare la pellicola fotogramma per fotogramma. La fotocamera, montata su un treppiede con colonna a 90°, (accorgimento che ha permesso di ottenere immagini ortogonali) ha consentito di eseguire, inoltre, la documentazione di tutti gli interventi di restauro. La scansione delle pellicole ha reso possibile un lungo intervento che ha previsto la corretta calibrazione della posizione dei fotogrammi e la regolazione di luminosità, gamma e bilanciamento colore. L'intero intervento ivi descritto è stato dettato dalla necessità di restaurare e ricostituire un fondo nella sua interezza, al fine di restituire al donatore immagini girate dal proprio padre oltre mezzo secolo fa e, insieme ad esse, la memoria ivi custodita che sarebbe altrimenti risultata irrimediabilmente perduta.

Descrizione del fondo

Il fondo Franzini consta di diciotto bobine, di cui quattordici con pellicola in formato 16 mm e quattro con pellicola in formato 8 mm. Le bobine in formato 16 mm (Fig.1), a eccezione di una, sono contenute all'interno di scatole in carta decorata, realizzate appositamente. Dentro ogni scatola trova posto un ulteriore contenitore metallico, all'interno del quale sono conservati la pellicola avvolta intorno al proprio carter **[1]**. Le bobine in 8 mm sono invece conservate in contenitori di plastica (Fig.2). L'arco temporale in cui sono state girate le pellicole va dal 1941 al 1963 **[2]**.

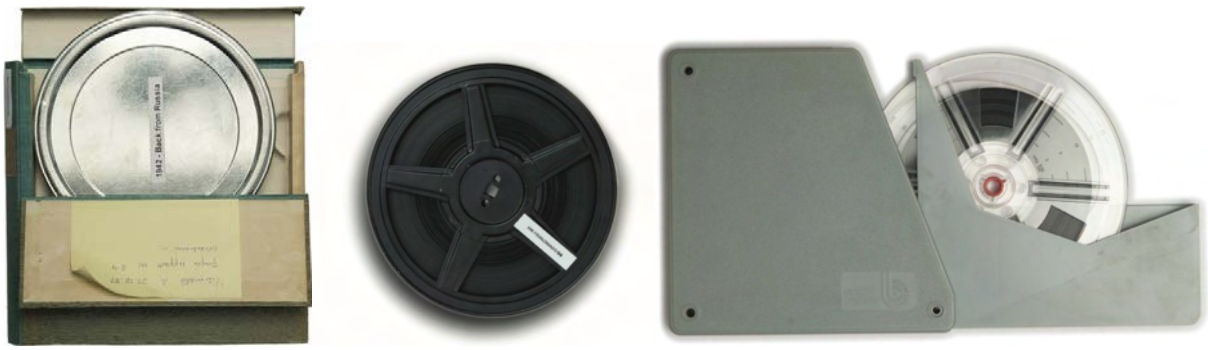


Figure 1 e 2. Scatola, contenitore metallico e pellicola in 16 mm e bobina in 8 mm

Stato di conservazione

Quasi tutte le pellicole presentavano diversi tipi di degrado distinguibili in tre macro categorie: fisico, chimico, fisico-chimico.
Perforazioni **[3]** danneggiate, lacune, giunte a colla o a nastro adesivo, bruciature sono esempi di degrado fisico, riscontrabili nel fondo in esame. Le perforazioni danneggiate sono causate dalle apparecchiature di riproduzione, i cui rocchetti dentati possono col tempo logorare le perforazioni, fino a strapparle (Fig. 3). Tale degrado, con l'aggiunta di un'inadeguata manipolazione della pellicola, può tramutarsi in lacerazione che, in base alla direzione, può interessare anche i fotogrammi, generando delle lacune, che nel peggiore dei casi, causano una grave perdita dell'immagine ivi contenuta (Fig. 4).



Fig. 3. Esempio di strappo lungo le perforazioni

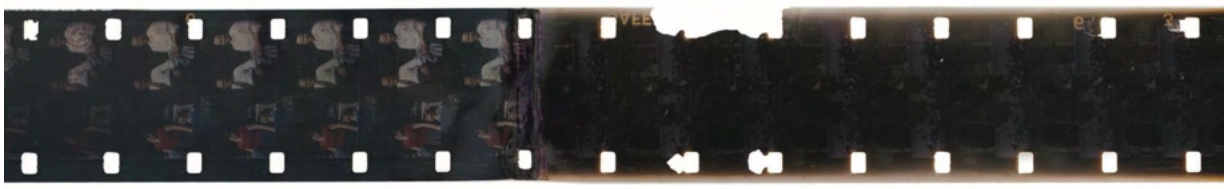


Figura 4. Esempio di lacuna

Le giunte a colla e a nastro adesivo venivano eseguite dal cineamatore o dal tecnico incaricato per poter assemblare più scene in una stessa bobina. Le giunte a colla venivano effettuate mediante l'utilizzo di un prodotto contenente il medesimo solvente del supporto della pellicola: il prodotto, a base di acetone, disciogliendo lo strato superficiale del supporto, al momento dell'evaporazione, permetteva una forte adesione delle due parti che si intendevano giuntare. La reiterata manipolazione della pellicola o l'alterazione del potere adesivo del solvente, nel tempo, va però a compromettere la solidità delle giunte, che tendono così ad aprirsi. (Fig. 5) Nel caso delle giunte a nastro adesivo, invece, il collante impiegato per i nastri adesivi **[4]** può tuttavia col tempo subire un decadimento chimico, visibile nel rigonfiamento e nell'alterazione delle sostanze adesive, che si presentano viscose e parzialmente agglomerate. In questo caso viene meno la tenuta della giunta che rischia così di aprirsi (Fig. 6).

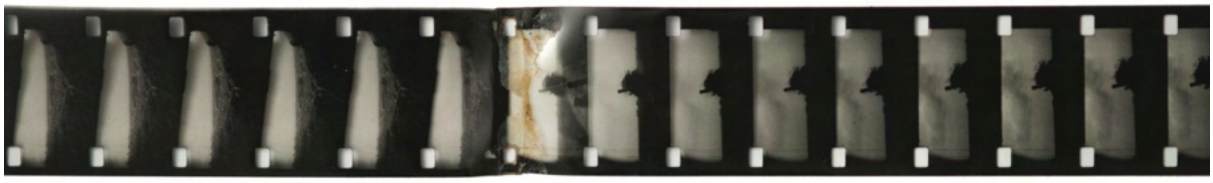


Figura 5. Esempio di giunta a colla

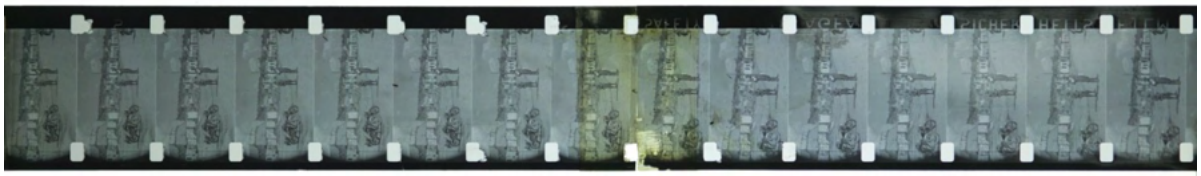


Figura 6. Esempio di giunta a nastro adesivo

Un'altra tipologia di degrado che va a inficiare la stabilità fisica del supporto di una pellicola è rappresentata dalle bruciature. Se viene interrotto lo scorrimento della pellicola durante il funzionamento del proiettore, a causa delle elevate temperature raggiunte dalla lampada, si innesca un irreversibile processo di colliquazione che, a seconda del tempo di esposizione, porta alla disgregazione prima dell'emulsione fotografica e infine del suo supporto (Fig. 7).



Figura 7. Esempio di bruciatura del supporto

Il supporto delle pellicole in esame è costituito dal triacetato di cellulosa **[5]**. La caratteristica di questo materiale offre vantaggi di flessibilità, trasparenza e non infiammabilità **[6]**, ma la sua instabilità chimica e il conseguente tipico decadimento, ne rendono difficile la conservazione nel tempo. Questo particolare degrado chimico prende il nome di "sindrome dell'aceto". La pellicola numero 8 del fondo in esame presentava questa tipologia di degrado che causa un processo di de-acetilazione **[7]** e di scissione del polimero dell'acetato di cellulosa, durante il quale viene sprigionato acido acetico **[8]**, l'elemento catalizzatore **[9]** (Fig. 8).



Figura 8. Stato di conservazione della pellicola n. 8

Si tenga presente che questo tipo di reazione è prodotta da condizioni termo-igrometriche non idonee, quali alti valori di temperatura e umidità relativa, e dalla presenza di acidi volatili. In tale contesto le temperature elevate e gli acidi catalizzano la reazione mentre l'U.R. funge da reagente e favorisce l'idrolisi **[10]**. Questo processo di degrado mette in pericolo i fondi adiacenti, contaminati dall'esalazione dell'acido acetico **[11]**. Alla luce di queste considerazioni è di fondamentale importanza il pronto intervento su questi materiali ai primi segnali di presenza di acido acetico nell'aria, facilmente identificabile dal caratteristico odore pungente.

Interventi di restauro

Per quanto concerne il restauro di questo tipo di materiale, è doveroso fare una distinzione tra il tipo di restauro che interviene sul supporto da quello sullo strato sensibile dell'immagine. La ricostruzione delle perforazioni, il rifacimento delle giunte e la riparazione delle rotture della pellicola sono chiaramente riconducibili al restauro del supporto, operazione di fondamentale importanza al fine di condurre gli interventi successivi. Il restauro

dello strato sensibile interviene invece attraverso una serie di operazioni che, nella maggior parte dei casi, sono eseguite con l'ausilio della tecnologia digitale.

Restauro del supporto

Di seguito viene riportata la metodologia per il restauro delle pellicole adottata da *Home Movies*. A seguito dell'inventariazione e catalogazione dell'intero fondo (le pellicole sono state numerate in ordine cronologico), la prima fase di restauro è consistita nella riparazione dei danni fisici: perforazioni rotte, giunte aperte o difettose, strappi e lacerazioni. Questo intervento viene eseguito mediante la revisione della pellicola sul tavolo "passafilm" **[12]**. Quest'ultimo è dotato di una diascopia con luce bianca e intensa e di una lampada a braccio. Entrambe le modalità di illuminazione (trasmessa e incidente) consentono di rilevare lo stato di conservazione della pellicola e di considerarne le criticità. Le operazioni di restauro delle pellicole vengono eseguite impiegando diversi strumenti, quali una giuntatrice "Catozzo" **[13]** con nastro adesivo CIR **[14]**, una pinzetta con cui manipolare il nastro senza lasciare impronte digitali, un bisturi, alcool isopropilico, impiegato per la pulitura delle pellicole e per la rimozione dei residui di collante lasciati dai nastri adesivi degradati e l'olio essenziale di eucalipto, le cui proprietà si dimostrano particolarmente indicate per la rimozione dei residui più consistenti di collante. Come dimostrato dall'esperienza condotta in diversi laboratori di restauro delle pellicole, le proprietà di quest'olio non alterano la struttura della gelatina dell'emulsione fotografica **[15]**. Nel caso di perforazioni danneggiate, previa pulitura con alcool isopropilico, viene effettuata una riparazione con nastro adesivo CIR, ritagliato in modo che esso abbia la stessa lunghezza dell'area coinvolta dallo strappo. Per non lasciare impronte digitali sul nastro, questo viene applicato mediante un frammento, opportunamente ritagliato, di pellicola in poliestere in formato 35 mm (Fig. 9).

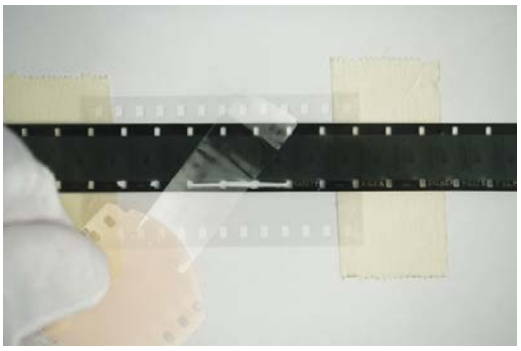


Figura 9. Riparazione delle perforazioni danneggiate con l'applicazione del nastro adesivo

Il nastro viene fatto aderire in modo che il suo lato lungo corra parallelamente al perimetro esterno dei fotogrammi e che venga poi risvoltato, in egual modo, nella parte opposta della pellicola. Ci si sincera che il nastro adesivo sia perfettamente adeso e che non abbia inglobato aria con conseguente formazione di bolle. La parte eccedente del nastro adesivo, risultante dalla sua ripiegatura, viene rifilata con l'uso di un bisturi, seguendo il perimetro della pellicola. Nel caso in cui gli strappi lungo le perforazioni coinvolgano anche parte del fotogramma, determinando vere e proprie lacune, viene effettuato il loro risarcimento impiegando una pellicola in poliestere nera. Quest'ultima viene posizionata al di sotto dell'area su cui intervenire in modo che il passo delle perforazioni della pellicola in poliestere coincida con quello della pellicola da risarcire. La pellicola viene fissata provvisoriamente sul piano di lavoro con del nastro carta sul lato del supporto e mediante l'uso di un bisturi, viene effettuata un'incisione sulla pellicola in poliestere seguendo i margini della lacuna. Il frammento ricavato (Fig. 10) viene infine adeso lungo i margini della lacuna seguendo il medesimo passaggio eseguito per il consolidamento degli strappi lungo le perforazioni (Fig. 11).

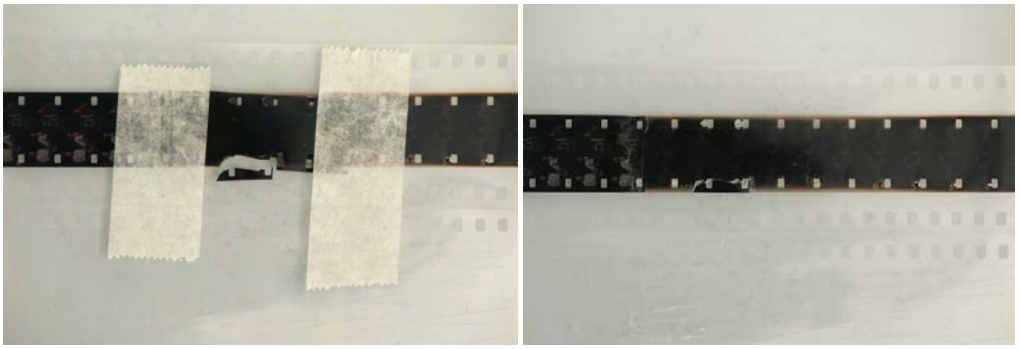


Figure 10 e 11. Esempio di riparazione degli strappi lungo le perforazioni

Nel caso della presenza di giunte a nastro adesivo, vengono valutati aspetti sia estetici che funzionali; in particolare, se il plastificante utilizzato per la fabbricazione del supporto del nastro adesivo risulta ingiallito e se il suo collante è secco o particolarmente viscoso, il nastro adesivo viene rimosso utilizzando una pinzetta (Fig. 12) e pulita la superficie della pellicola con alcool isopropilico. Se il potere solvente di quest'ultimo non fosse in grado di solubilizzare il collante, con l'uso di un tamponcino di cotone imbevuto di olio essenziale di eucalipto, si effettua una leggera pressione e rotazione tali da ottenere la completa rimozione dei residui di collante. La rimozione di quest'olio è infine garantita utilizzando un tamponcino di cotone imbevuto di alcool isopropilico. La giunta viene in seguito ripristinata mediante la giuntatrice Catozzo, con la quale vengono anche ripristinate le giunte a colla, riparati gli strappi e consolidate le bruciature. Entrambi i lembi della pellicola vengono adagiati sul piano della giuntatrice, facendo in modo che i "dentelli" su di esso presenti, si inseriscano perfettamente all'interno delle perforazioni della pellicola (Fig. 13).

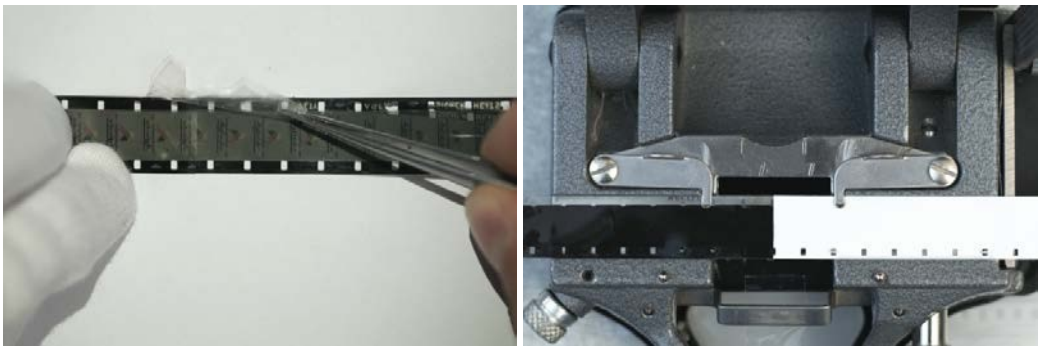


Figure 12 e 13. Rimozione del nastro adesivo e ripristino della giunta con la giuntatrice Catozzo

Si controlla che le estremità dei lembi combacino perfettamente e si esegue una pulitura localizzata dell'area che verrà ricoperta dal nastro adesivo con un tamponcino imbevuto di alcol isopropilico. Viene applicato il nastro adesivo CIR, assicurandosi della sua perfetta adesione sulla superficie della pellicola e sincerandosi che non si formino eventuali bolle o pieghe. Utilizzando la pressa della giuntatrice, vengono infine rimosse le parti eccedenti del nastro adesivo.

Restauro dello strato sensibile: elaborazione digitale delle immagini

La scansione delle pellicole in formato digitale costituisce la prima fase di intervento a seguito della riparazione dei danni fisici. Tutte le pellicole, eccetto la numero 8, sono state scansionate digitalmente mediante uno scanner digitale *MWA Choice* presso la specifica workstation del laboratorio dell'Archivio e del laboratorio de *La Camera Ottica* **[16]** ed infine elaborate con le funzionalità offerte dal software "Agiscan" ver. 3.4.2. Quest'ultimo permette l'acquisizione delle singole immagini (fotogrammi) in formati come TIFF, DPX o in sequenze video con codec come il *ProRes* **[17]**, a seconda della qualità desiderata e delle esigenze progettuali. Con finalità comparativa sono state effettuate due diverse scansioni per la pellicola numero 1, nello specifico sono stati impiegati i formati di acquisizione TIFF a 16 bit e *ProRes 422 Hq*. Il formato TIFF permette la memorizzazione delle immagini, senza perdita di qualità. La digitalizzazione della pellicola attraverso questo formato, ne permette il salvataggio in una sequenza di immagini, ognuna corrispondente a ciascun fotogramma della pellicola. Il codec *ProRes 422 Hq* permette invece la digitalizzazione la cui risoluzione, nello specifico, è pari a 2048x1556 pixel. Considerato che le attività dell'Archivio sono finalizzate alla fruizione delle pellicole e alla loro diffusione, talvolta anche attraverso l'utilizzo di piattaforme online, per la digitalizzazione delle pellicole è stato scelto il codec *ProRes 422 Hq*. Quest'ultimo infatti permette un ottimo livello di resa dell'immagine, limitando lo spazio di archiviazione digitale necessario. Seguendo la metodologia adottata dall'Archivio *Home Movies* e da *la Camera Ottica*, le operazioni di scansione sono state accompagnate dalla compilazione di un'apposita scheda con informazioni tecniche relative alle impostazioni impiegate.

Prove di umidificazione delle pellicole

Prima di effettuare la scansione della pellicola 8, sono stati condotti dei test di idratazione **[18]** utili a verificare la possibilità di effettuare una lieve spianatura che potesse agevolare le operazioni di restauro successive.
Il test effettuato con umidificazione capillare con acqua demineralizzata tramite carte assorbenti ha ottenuto il miglior risultato in termini di recupero, seppur parziale, di idratazione del supporto.

Scansione mediante l'utilizzo di una fotocamera reflex

Si è evidenziato come il precario stato di conservazione della pellicola numero 8 del fondo in esame, a causa della sua fragilità e della marcata deformazione del supporto, risultasse estremamente suscettibile alla

manipolazione (Fig. 14). Ciò ha impedito di scansionare immediatamente il film e, quindi, di eseguire le fasi del progetto di restauro tipico.



Figura 14. Stato di conservazione della pellicola 8

La politica adottata dalla maggior parte degli archivi del materiale audiovisivo, ad oggi però non considera il trattamento delle pellicole con grave instabilità del supporto, perché la trazione esercitata dai rulli trasportatori della maggioranza degli scanner in commercio non consente di manipolare il supporto senza provocarne la sua rottura. Il terzo livello di degrado da sindrome dell'aceto, individuato per mezzo di analisi con *AD-Strips* **[19]**, impone la digitalizzazione immediata e il congelamento della pellicola. Ma se la pellicola non viene digitalizzata, a meno che non venga sottoposta a rigorosi criteri di conservazione, viene abbandonata ad un inesorabile deterioramento privandola della sua principale funzione: la conservazione della memoria contenuta. A fronte di un degrado molto avanzato, la più parte delle istituzioni non può procedere, poiché non possiede la strumentazione adeguata, altre, invece, riescono a rendere fruibili le pellicole con scanner digitali molto sofisticati. Tale limite trova una parziale spiegazione nei costi esorbitanti della strumentazione necessaria, ma anche nel fatto che il restauro del materiale filmico, a differenza di quello fotografico, è di fatto una disciplina che fino a oggi è stata messa a punto da professionisti che provengono fondamentalmente dal settore cinematografico. Ultimamente la ricerca condotta presso alcuni laboratori, o eseguita direttamente da esperti, ha portato alla luce alcuni prototipi di scanner digitali, dotati di strumentazioni e di software appositi per la scansione di pellicole degradate. Di tali sistemi alcuni risultano brevettati, altri sono il frutto dell'ingegno di professionisti del settore che hanno realizzato sistemi di scansione innovativi ed economicamente più accessibili. La sperimentazione che verrà di seguito illustrata ha tenuto conto dei limiti imposti dagli automatismi dello scanner, di cui il laboratorio di *Home Movies* è dotato. La trazione dei rulli trasportatori dello scanner, infatti, non può essere modulata e il gate di scansione non supporta strappi o forti deformazioni della pellicola. L'intervento presentato è stato dettato dalla necessità di restaurare e ricostituire il fondo nella sua interezza, al fine di restituire al donatore immagini che avrebbe altrimenti perso. Il metodo adottato ha preso come riferimento alcune ricerche e alcuni prototipi sviluppati. Si sono sfruttate le potenzialità offerte da una fotocamera reflex *Nikon D610* con obiettivo AF Micro *Nikkor* da 105 mm, a cui è stata aggiunta una lente supplementare *Rainox DCR-150*. La fotocamera è stata montata su una testa *Manfrotto* a tre vie, supportata da un treppiede con colonna centrale invertita. Il sistema elaborato sfrutta la luce della diascopia del tavolo passafilm come fonte di illuminazione. Considerate le accentuate deformazioni della pellicola ed essendo necessaria la sua planarità al fine di una corretta messa a fuoco delle immagini, come "gate di scansione" si è impiegato un "porta diapositiva" opportunamente modificato. Per coprire l'area eccedente della diascopia, che avrebbe generato luce parassita, si è realizzato una maschera in cartoncino nero. Entrambi i componenti sono stati assemblati e adesi sulla diascopia del tavolo passafilm (Fig. 15). Ogni scatto è stato eseguito in modalità manuale con apertura del diaframma a 7.1, tempo di esposizione regolato a 1 ottavo di secondo e con sensibilità ISO impostata a 0.3 con misurazione matrix. È stato eseguito uno scatto ogni 2 fotogrammi considerato che, per limiti fisici, il campo di ripresa dell'obiettivo non permetteva di inquadrare un solo fotogramma per volta (Fig. 16).



Figure 15 e 16. Fasi di scansione manuale della pellicola n. 8

Al fine di monitorare l'area di ripresa, la fotocamera è stata collegata in maniera remota ad un computer e la sua funzionalità gestita dal software *Nikon Camera Control*. I comandi della fotocamera sono stati quindi gestiti

esclusivamente dal mouse, evitando così, nello scatto, ogni possibile mosso. Tutte le fotografie sono state eseguite in formato RAW, una modalità che ha consentito di non avere alcuna perdita di informazioni digitali, oltre a permettere successive regolazioni delle immagini in fase di post-produzione. Grazie alla grandezza del sensore e dell'alta risoluzione della fotocamera si sono ottenute fotografie da 6016 per 4016 pixel. Ogni immagine ottenuta è stata sottoposta ad una lunga operazione di editing eseguita, in primis, attraverso il ritaglio di ogni fotogramma mediante il software *Adobe Photoshop CC 2018* (Fig. 17).
Successivamente è stata eseguita una prima anteprima di riproduzione dell'intera sequenza di immagini. Ciò che ne è risultato, è stata una considerevole instabilità dei fotogrammi attribuibile, in questo caso, alla deformazione dell'emulsione (causata dalla sindrome dell'aceto) e alla modalità di scansione effettuata sulla pellicola. Lo stato fisico in cui versava la pellicola e le modalità con cui è stata trascinata all'interno del porta-diapositiva, non hanno permesso di ottenere una sequenza di immagini fluida e con assenza di instabilità. Al fine di correggere tale instabilità, si è impiegato il medesimo software di fotoritocco, con il quale è stato creato un livello per ciascuno dei fotogrammi precedentemente ritagliati. Agendo sulla regolazione del livello di trasparenza, che ha permesso la lettura dell'immagine sottostante, si è eseguita la regolazione del grado di rotazione di ciascuna immagine, ponendo come riferimento le interlinee presenti e i margini di ogni fotogramma. Mediante il software *DaVinci Resolve* si è proceduto infine al montaggio digitale delle immagini, alla correzione del colore e dei livelli di luminosità e contrasto. Attraverso lo strumento "Transform" è stata possibile operare la trasformazione dell'inquadratura e un'ulteriore lieve correzione dell'angolo di rotazione delle immagini (Fig. 18).

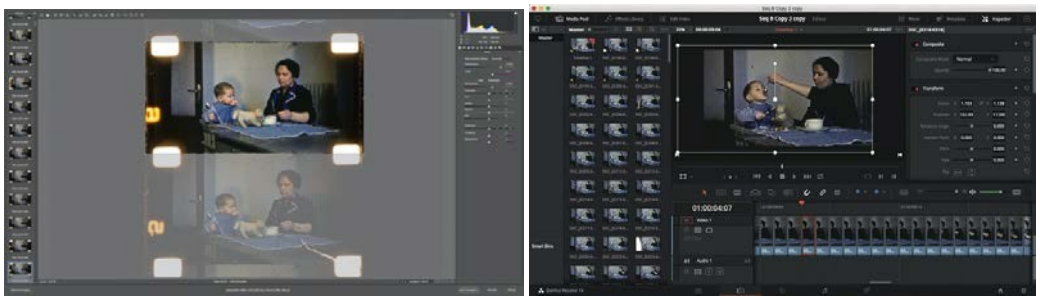


Figure 17 e 18. Fasi di post produzione

Elaborazione digitale delle immagini

Per ripristinare i colori originali delle immagini, talvolta compromessi dal degrado chimico delle pellicole, viene eseguita la fase di correzione del colore, meglio conosciuta con il termine di "color correction" **[20]**. Attraverso il software *Agiscan* è stata possibile la regolazione dei parametri di luminosità, gamma e colori. L'intervento è stato finalizzato al recupero della tonalità originaria delle immagini che, per quanto riguarda le pellicole in bianco e nero, si è limitato alla correzione del gamma e della luminosità.
Le sequenze video in formato digitale sono state salvate per le copie chiamate "master". Queste ultime rappresentano le copie di massima qualità dalle quali elaborare ulteriori file di accesso, dalle dimensioni più contenute, che consentono la lettura su diverse piattaforme multimediali.
Infine, secondo le indicazioni dell'Archivio, le bobine con grado di sindrome dell'aceto superiore al primo, sono state inserite all'interno di contenitori in plastica inerte, idonee alla conservazione delle pellicole. Le restanti bobine sono state invece inserite all'interno dei contenitori originali. Tutti gli elementi sono stati poi riposti sugli scaffali del deposito dell'Archivio, la cui temperatura e umidità relativa sono rispettivamente di 16 gradi e 45%.

Conclusioni

Il procedimento illustrato ha permesso di restituire la leggibilità delle immagini di una pellicola con grave deformazione del supporto attraverso un metodo di elaborazione digitale. Qualsiasi sistema di duplicazione fotochimica o di scansione digitale, infatti, sarebbe risultato impossibile a causa delle gravi condizioni in cui versava la pellicola affetta da sindrome dell'aceto. La nuova metodologia adottata, invece, pur non offrendo tempistiche rapide **[21]** ha consentito il restauro digitale puntuale di ogni singolo fotogramma, consentendone la fruibilità attraverso le moderne interfacce multimediali. Inoltre, tale metodo si avvale di strumentazioni di facile reperimento, di dimensioni e peso ridotti che ne consentono quindi una praticità di impiego in qualsiasi luogo. Infine, risulta essere assolutamente accessibile in termini economici rispetto ai sistemi di scansione tradizionali. La metodologia adottata ha combinato gli interventi tipici del restauro fotografico (nelle operazioni estremamente puntuali impiegate nel restauro del supporto) a quelli più seriali adoperati normalmente nel restauro cinematografico (riparazione e scansione delle pellicole, elaborazione digitale delle immagini), permettendo di ricostituire interamente il fondo Franzini nella sua unità potenziale. Si è quindi potuto restituire al

donatore le immagini e la memoria in esse contenuta che altresì sarebbero andate irrimediabilmente perdute. Infine, queste immagini restaurate hanno visto nuova luce all'interno di un film **[22]** presentato alla Biennale del Cinema di Venezia del 2019. Tale valorizzazione post-restauro rivela una nuova frontiera: quella del recupero e del riutilizzo di vecchie immagini per dare vita ad un nuovo oggetto filmico.

NOTE

[1] Supporto in metallo o plastica di forma circolare intorno al quale viene avvolta una pellicola.
[2] Nel fondo sono contenuti 4 filmati con scene appartenenti alla famosa campagna di Russia, meglio conosciuta con il nome di "Fronte Orientale", durante la quale si svolse il più importante teatro di guerra tra Unione Sovietica e Germania nazista, di cui l'Italia fu alleata. Le immagini mostrano il viaggio compiuto dall'VIII Artiglieria italiana della divisione Pasubio, di cui il cineamatore Adolfo Franzini fu Capitano, verso il bacino del Don, in Russia. Durante le varie tappe del viaggio il cineamatore riprende il percorso in treno da Trento alla Bessarabia passando per Austria, Ungheria e la Transilvania. Le riprese, le cui immagini trasmettono una forte carica emotiva, rappresentano un diario di viaggio del cineamatore e costituiscono una testimonianza unica per la ricerca storica.
[3] Le perforazioni sono l'elemento fondamentale utile al trascinamento della pellicola nei suoi apparecchi complementari come cineprese o proiettori.
[4] Comunemente in commercio: solitamente costituiti da un supporto in PP o in PVC con colla a base di gomma naturale o collante acrilico.
[5] Il triacetato di cellulosa è il prodotto dell'acetilazione della cellulosa, una reazione chimica ottenuta attraverso l'introduzione di tre radicali acetili nella catena della cellulosa.
[6] Rispetto alle pellicole in nitrato di cellulosa.
[7] Eliminazione dei gruppi acetile dalla catena polimerica.
[8] J.L Bigourdan, *Preservation of Acetate Base Motion-Picture Film: From Stability Studies to Film Preservation in Practise, The Vinegar Syndrome, an Handbook*, Gamma Group, 2000.
[9] La reazione è di tipo auto-catalitico.
[10] J. M. Reilly, *IPI Storage Guide for Acetate Film*, Image Permanence Institute, Rochester, NY, 1996, p. 14.
[11] Ivi.
[12] Un piano dotato di due perni, ciascuno connesso ad un "piatto" in metallo. Il carter, con la pellicola da analizzare, viene collocata sul piatto sinistro e l'estremità della pellicola inserita all'interno di un carter vergine, che viene posto sul piatto destro del tavolo
[13] Brevetto del montatore *Leo Catozzo*, che nel dopoguerra ideò una giuntatrice in grado di ripristinare le giunte mediante nastro adesivo.
[14] Nastro adesivo costituito da un film in polipropilene dallo spessore di 30 micrometri, il cui strato interno è rivestito da un adesivo. L'azienda produttrice specifica che in condizioni di conservazione in ambiente ventilato e a temperatura costante intorno ai 20°C, «la durata del nastro adesivo è garantita per un minimo di un anno, ma che in condizioni normali di conservazione la durata effettiva è in genere di cinque anni o più».
[15] L'utilizzo di quest'olio fa parte della metodologia adottata dall'Archivio Nazionale del Film di Famiglia, *Home Movies*.
[16] Laboratorio di restauro del cinema e del video dell'Università di Udine, con sede a Gorizia.
[17] Il formato *TIFF* (Tagged Image File Format) permette la memorizzazione delle immagini *raster* di dimensioni notevoli (più di 4 GB compresse), senza perdere qualità e indipendentemente dalle piattaforme o periferiche usate. Il formato permette inoltre l'acquisizione in 8 o 16 bit, a seconda della profondità di campionamento del colore che si intende ottenere. Il codec *ProRes* è invece un codec video della *Apple* per il formato *Quick Time*. Attraverso l'uso di tale codec i fotogrammi scansionati vengono convertiti in un unico flusso video digitale.
[18] I test di idratazione sono stati eseguiti su alcuni campioni di pellicola in triacetato di cellulosa (privi di immagine) con ondulazione del supporto, sia in maniera capillare tramite la creazione di un *sandwich* composto da due carte assorbenti umidificate con acqua demineralizzata e *bondina* da 100g, sia mediante cella di umidificazione.
[19] Abbreviazione per "Acid-Detecting", tradotto "rilevamento di acido". Le A-D strips sono strisce di carta imbibite di una sostanza che indica la presenza di acidi. In presenza di quantità crescenti di acido, queste virano dal blu al giallo, attraverso sfumature di verde. Le strisce misurano il deterioramento del film indirettamente, reagendo alla quantità di vapore acido presente nella circoscritta atmosfera attorno alla pellicola. Dopo che le strisce sono state esposte, le loro variazioni di colore vengono confrontate con una scala di colori fornita in ogni confezione. Questa informazione può essere utilizzata per valutare le condizioni di conservazione delle pellicole. In base al livello di degrado sarà così possibile valutare le priorità di intervento. In una scala da 0 a 3, dove 3 indica il degrado maggiore. Cfr. Image Permanence Institute, *User's Guide for AD-Strips*, 2011, tab. p. 1.
[20] Normalmente impiegata nel campo del restauro cinematografico.

[21] Nel caso specifico, circa 40 ore di lavoro per 1 minuto di pellicola riprodotta: in particolare 1000 foto (ciascuna corrispondente ad un singolo fotogramma) hanno richiesto 32 ore circa di post-produzione (ritaglio e calibrazione della rotazione delle immagini) e circa 8 ore di montaggio (elaborazione della sequenza, ulteriore correzione dell'angolo di rotazione e *color correction*).
[22] *Il Varco,* film di F. Ferrone e M. Manzolini, 2019. In collaborazione con *Home Movies.* Il film mescola liberamente repertori visivi ufficiali e amatoriali, alternandoli a sequenze girate nel presente, per raccontare una storia non accaduta ma verosimile. Prendendo spunto dai diari di soldati e dai filmati amatoriali dei reduci Adolfo Franzini ed Enrico Chierici si è raccontata una possibile storia della campagna di Russia degli italiani, nella Seconda Guerra Mondiale.

BIBLIOGRAFIA

1. G.L. Farinelli, N. Mazzanti, *Il Cinema Ritrovato. Teoria e metodologia del restauro cinematografico*, Grafis Edizioni, Bologna, 1994.
2. J. M. Reilly, *IPI Storage Guide for Acetate Film*, Image Permanence Institute, Rochester, New York, 1996
3. Gamma Group, *The use of new tehnologies applied to film restoration: technical and ethical problems*, Edited by Gamma Group, 1996
4. J.L Bigourdan, *Preservation of Acetate Base Motion-Picture Film: From Stability Studies to Film Preservation in Practise, The Vinegar Syndrome, an Handbook*, Gamma Group, 2000
5. P. Read, M-P. Meyer, *Restoration of Motion Picture Film*, Butterworth-Heinemann, 2000
6. M. Santoro, *Dall'Analogico al Digitale*, Biblioteche Oggi, 2001
7. L. Scaramella, *Fotografia. Storia e riconoscimento dei procedimenti fotografici*, De Luca Editori D'Arte, Roma, 2003
8. A. Balzola, A. M. Monteverdi, *Le arti multimediali digitali. Storia, tecniche, linguaggi, etiche ed estetiche del nuovo millennio*, Garzanti Libri, 2004
9. L. Farinotti, E. Mosconi, *Comunicazioni sociali. Il metodo e la passione. Cinema amatoriale e film di famiglia in Italia*, anno XXVII, n.3, Milano, Settembre-dicembre 2005
10. S. Venturini, *Il Restauro Cinematografico. Principi, Teorie e Metodi*, Campanotto Editore, Pasian di Prato, 2006.
11. L. Residori, *Fotografie. Materiali fotografici, processi e tecniche, degradazione, analisi e diagnosi*, Il Prato, Padova, 2009
12. Vito Cappellini, *La realtà virtuale per i beni culturali*, Pitagora Editrice, Bologna, 2009
13. G. Fossati, *From grain to pixel. The archival life of film in tranition, Framing Film*, Amsterdam University Press, 2009
14. R. Misek, *Chromatic Cinema. A History of Screen Color*, Blackwell, 2010
15. S. Berselli, L. Gasparini, *L'Archivio fotografico. Manuale per la conservazione e la gestione della fotografia antica e moderna*, Zanichelli Editore, Bologna, 2010
16. G. Bursi, S. Venurini, *Quel che brucia non ritorna. What burns (never) returns. Lost and found films*, Campanotto Editore, Pasian di Prato, 2011.
17. D. Quaranta, *Media, new media, postmedia*, Postmedia Books, 2011
18. R. Catanese, *Lacune Binarie. Il Restauro del film e le tecnologie digitali*, Bulzoni Editore, Roma, 2013.
19. B. Cattaneo, *Il Restauro della fotografia. Materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*, Nardini Editore, Firenze, 2013.
20. S. Dagna, *Perché restaurare i film?* Edizioni ETS, Pisa, 2014.

PUBBLICAZIONI

1. *Storage of Motion Picture Films*, SMPTE Journal n°103, 1994.
2. R. Rossi, *Millimetri di Famiglia*, in IBC - Istituto per i beni e artistici culturali e naturali della Regione Emilia Romagna- Anno XVII, Numero I gennaio/marzo 2009.
3. FIAF Technical Commission, *Technical Commission Preservation Best Practice*, 2009.
4. V. Boarini, V. Opela, *Chart of Film Restoration*, Journal Of Film Preservation n°83, novembre 2010.
5. Michele Smargiassi, *Cinema colorato Quando il Muto arrossì*, la Repubblica, ed. del 26 giugno 2011.
6. Image Permanence Institute, *User's Guide for Ad-Strips*, 2011.

IL FONDO FOTOGRAFICO DELLE OFFICINE MICHELUCCI DI PISTOIA NELL'ARCHIVIO STORICO INTESA SANPAOLO: RECUPERO CONSERVATIVO, STUDIO E VALORIZZAZIONE DI UN PATRIMONIO RISCOPERTO

Laura Barzaghi * - Barbara Costa - Antonio Sansonetti*****

*Restauratrice materiali cartacei e fotografici, Monza, restauri@laurabarzaghi.com
** Responsabile Archivio Storico Intesa Sanpaolo, barbara.costa1@intesasanpaolo.com
*** Ricercatore, Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, ISPC-CNR, antonio.sansonetti@cnr.it

Abstract

Le campagne di recupero conservativo dei fondi storico archivistici spesso diventano occasione di confronto e collaborazione tra ricercatori, conservatori e diagnosti; tale cooperazione permette di accrescere la conoscenza dei materiali, arricchendo di informazioni inedite le campagne di studio. Ne è un esempio il progetto di recupero del fondo fotografico delle Officine Michelucci di Pistoia, rinvenuto nell'Archivio storico della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia, confluita nel 2019 in Intesa Sanpaolo. Questo Fondo è tutto ciò che rimane a testimonianza di un'azienda artigiana, che operò tra la fine dell'800 e i primi decenni del 900 nella lavorazione di elementi artistici in ferro.
Il primo passo dell'intervento è consistito in una campagna ricognitiva, preventiva al restauro, che ha permesso, di far emergere il valore storico delle lastre fotografiche negative, anche in termini di evoluzione delle tecniche fotografiche e studio diagnostico sull'impiego della verniciatura. Il recupero conservativo del Fondo ha consentito la riorganizzazione dei soggetti così come era stata voluta dai Michelucci. Una scoperta inaspettata ha riguardato l'apparato di documenti cartacei, impiegato come materiale di interfogliazione tra le lastre. Esso offre numerose informazioni sui processi creativi e produttivi che permettevano la realizzazione dei manufatti artistici. L'attenta digitalizzazione e valorizzazione del Fondo, consente oggi un'ottimale fruizione, per scoprire un affascinante universo creativo.

Le Officine Michelucci – Cenni storici

Le Officine furono fondate nel 1864 dal capostipite della famiglia, Giuseppe Michelucci sotto il nome G-Michelucci e Figlio - Pistoia, in via Fonda. L'azienda a gestione familiare in breve tempo assunse un ruolo pionieristico nell'ambito della produzione di elementi artistici in ferro battuto per l'architettura. Venivano prodotte cancellate, lampadari, balaustre, grate, ma anche vasi, sculture, arredo urbano, urne funerarie e molto altro. Le Officine operarono attivamente fino al 1920, acquisendo lavori a livello nazionale di notevole importanza. Molte le ville, le strade e gli edifici pubblici sul territorio toscano che sugli apparati decorativi portano la firma dei Michelucci: a Pistoia, la sede della Cassa di Risparmio di Pistoia in via Roma; il Palazzo del Comune; le cancellate in stile viennese del teatro cinema Politeama in via Can Bianco e poi anche il Cortile e Museo Nazionale del Bargello e Villa Contini Bonaccorsi (ora Palazzo dei Congressi) a Firenze. Non poche sono le collaborazioni con noti architetti e ingegneri del tempo come Adolfo Coppedè, Francesco Bartolini, Giuseppe Tullio, Riccardo Mazzanti, Marco Treves, Giacomo Roster e Tito Azzolini. Molti furono anche i progetti di collaborazione per importanti edifici liberty come la serra tepidario in vetro, ferro e ghisa nel giardino dell'orticultura realizzata nel 1878 a Firenze in via Bolognese, la Torre Lavarini e la Galleria Vittorio Emanuele edificata nel 1912 in via degli Orafi a Pistoia.
La rilevanza della produzione dei ferri battuti, fece sì che molti dei progetti o delle realizzazioni più importanti furono all'epoca pubblicati su riviste locali e nazionali come il *Catalogo fotografico delle esposizioni d'arte antica di Pistoia* del 1899, la *Guida per le arti e mestieri* Hoepli **[1]**, la rivista *Ricordi di Architettura* **[2].**
Dopo la morte di Giuseppe Michelucci nel 1910, la gestione dell'azienda passò nelle mani del nipote Alfredo che con il fratello Giuseppe amministrò le Officine fino al 1918, anno in cui morirono entrambi tragicamente nell'epidemia di spagnola, che colpì pesantemente anche Pistoia. Fino ad allora, la florida azienda contava 85 operai. Nel 1919 fu richiamato dal servizio militare il fratello Giovanni che tentò di prendere la guida delle Officine, ma che ne decretò la chiusura nel 1921, per spostare la produzione dal ferro battuto al bronzo, fondando nello stesso anno il Laboratorio artistico FAB. Molti furono gli artisti che vennero formati nella fucina delle Officine, tra i più noti sul territorio toscano Giuseppe Pacini, Romolo Giannotti e Pilade Civinini.

Storia del fondo fotografico delle Officine Michelucci di Pistoia – Condizione attuale

Il fondo fotografico, ciò che rimane dell'archivio delle Officine, fu fortunatamente salvato dalla distruzione dall'ex Presidente della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia Rinaldo Cantini, che lo acquisì nel 1940. Su una delle scatole che contenevano originariamente le lastre, infatti, si trova un'etichetta con timbro postale datato 1940,

indirizzata a "Fonderie Rinaldo Cantini Pistoia". Probabilmente l'acquisizione portò Cantini a conferire il Fondo al patrimonio della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia, di cui divenne Presidente dal 1954 al 1962. L'attività dei Michelucci, impegnati nella realizzazione di molti dei manufatti che decorano la sede della Cassa di Risparmio a Pistoia, rappresentò sicuramente una delle ragioni del lascito. Cantini fu talmente legato a questo Fondo che decise di promuovere la pubblicazione di un volume catalografico completo: *Le Officine Michelucci e l'industria artistica del ferro in Toscana (1834-1918)*, a cura di M. D. Bardeschi, edito nel 1981 dalla Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia. Questo volume rappresentò la prima occasione di studio approfondito sulla produzione delle Officine in relazione alle eccellenze del periodo. Uno degli aspetti più interessanti di questa ampia pubblicazione risiede nella raccolta di testimonianze dirette da parte dei discendenti della famiglia, come il noto architetto Giovanni Michelucci e suo fratello Renzo, che arricchirono le dissertazioni teoriche, dando informazioni relative alle pratiche lavorative attuate nell'azienda familiare. Inoltre, consentì la documentazione e riproduzione completa delle lastre fotografiche, oggi un poco più lacunosa e in alcune parti compromessa rispetto a quarant'anni fa.
L'Archivio Storico della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia è confluito nel 2019 in Intesa Sanpaolo. Nell'ambito delle iniziative di tutela e di valorizzazione degli archivi storici delle banche incorporate, la scorsa estate è stato attivato il progetto di recupero del fondo fotografico delle Officine Michelucci, rinvenuto nei depositi in condizioni conservative problematiche. Rispetto alla situazione fotografata nel 1980, attualmente sono andate perdute 16 lastre negative, mentre molte altre risultano lacunose o rotte a fronte di riproduzioni fotografiche che le mostravano integre nel 1980. Nonostante ciò, il Fondo mantiene intatto il suo fascino e la sua importanza documentale.

Composizione del Fondo Michelucci

Il Fondo è composto da 345 lastre fotografiche negative, riposte in 37 scatole. Si tratta, delle scatole che contenevano originariamente le lastre vergini alla gelatina al bromuro d'argento. I contenitori presentavano coperchi e basi mischiate, con due numerazioni diverse. Probabilmente in occasione della prima ricognizione sul Fondo nel 1980 era stata formulata una nuova numerazione e realizzato un riordino in base alle necessità di studio. Le etichette più antiche, manoscritte, erano tematizzate per soggetto e riportavano la numerazione sequenziale delle immagini originariamente contenute; l'organizzazione del Fondo è databile nell'ultimo decennio del 1800. Probabilmente non tutte le scatole originali sono arrivate fino a noi, la loro numerazione presenta infatti delle lacune; inoltre, alcune risultavano compromesse dall'azione del biodegrado che ne ha invalidato la funzione protettiva. Le lastre all'interno delle scatole erano riposte in base al formato ed erano interfogliate con carte.
La maggior parte delle lastre presentava una numerazione incisa nell'emulsione o nel legante fotografico; di queste, 58 esemplari risultano mancanti nella numerazione sequenziale. È privo di numerazione un ulteriore nucleo di 57 lastre, i cui soggetti spesso sono doppi o non inerenti alla produzione aziendale.
I formati delle lastre in base al numero degli esemplari sono illustrati nella tabella che segue:

Lastre del Fondo Michelucci							
Formato	9 x 12 cm	10 x 15 cm	13 x 18 cm	18 x 24 cm	21 x 27 cm	24 x 30 cm	
Esemplari	11	8	98	142	4	82	**Tot 345**

La documentazione cartacea che accompagna il Fondo, impiegata come materiale di interfogliazione per le lastre, consta di lacerti o fogli ripiegati. Gran parte delle carte rinvenute sono moderne, risalenti agli anni 1950-1960. Quelle più antiche provenivano sicuramente dall'archivio delle Officine e comprendono schizzi con riferimenti a commesse e a luoghi, frammenti di cianografie con annotazioni; ricevute di consegna di materiali o materie prime, moduli di trasporto; fogli di calcolo utili al prezziario, carte intestate, locandine; tavole, lacerti di giornale indirizzati a Giuseppe Michelucci. Tra i documenti più interessanti, il telegramma listato a lutto, datato 21 aprile 1910, in cui a seguito della morte del nonno avvenuta il 30 marzo, Alfredo Michelucci assume la gestione dell'azienda familiare con l'autorizzazione di sua madre Ida Borri, vedova di Bartolomeo Michelucci.

Autori e soggetti

È probabile che gli autori delle riprese siano stati diversi. Dalle testimonianze rilasciate da Renzo e Giovanni Michelucci, riportate nel volume del 1980, pare che fosse il padre Bartolomeo, insieme ad Alfredo e Giuseppe, ad occuparsi delle riprese fotografiche; le scatole di lastre, infatti, sono prodotti industriali europei (Cappelli Milano, Lumiere, Dvm D. D.V.Monckhoven, La Luminosa, Namias etc.), acquistati da distributori nazionali. È plausibile che con l'introduzione delle lastre emulsionate alla gelatina ai sali d'argento, le riprese venissero realizzate dai Michelucci a livello dilettantistico, ma con buone apparecchiature. Le lastre poi venivano sviluppate e forse anche stampate con il supporto di studi fotografici locali. Invece, la realizzazione del nucleo più antico di negativi al collodio si deve completamente a maestranze locali. Infatti, le due scatole che contenevano la maggior parte delle

lastre al collodio presentavano una nota manoscritta "*Ghelli*" in etichetta. In quegli anni, nella città pistoiese lavorava un fotografo professionista di nome Scevola Ghelli.
Da un'indagine dei soggetti ripresi nelle lastre, è possibile identificare vari temi. La maggior parte riproduce manufatti prodotti dalle Officine; questi potevano essere ripresi, a seconda della dimensione, allestiti con fondali nei cortili o nei laboratori (Figura 1). Manufatti monumentali o architettonici erano invece riprodotti in loco. Non era raro riconoscere nelle riprese membri della famiglia Michelucci o operai in posa a fianco delle opere più rilevanti. Oltre ai manufatti venivano fotografati anche tavole o progetti.
Un altro piccolo nucleo di immagini è composto da fotografie di famiglia, di rilevante valore storico documentario (Figura 2). La totalità di questi scatti è priva di numerazione incisa e fa pensare che siano stati realizzati presso le Officine. In queste immagini, oltre ai membri della famiglia, si riconoscono operai, capireparto e amici.




Figura 1 e 2. A sinistra: lastra 294, Lampione di Coppedè appena uscito dall'Officina, allestimento set fotografico con operaio. A destra: lastra SN15, ripresa realizzata presso le Officine Michelucci. Sono presenti capireparto e i dirigenti amministrativi, tra cui Caroti maestro sarto, Giuseppe, Bartolomeo, Alfredo, Renzo, Giovanni Michelucci e Curzio Nelli cassiere della Cassa di Risparmio di Pistoia.

Tra le particolarità rilevate, vi sono delle lastre che riproducono fotografie di manufatti. In alcuni casi, venivano rifotografate fino a quattro immagini collocate una accanto all'altra. Le riproduzioni ottenute erano numerate come le altre lastre dell'archivio. È probabile che questa operazione fosse legata all'ottenimento di nuovi negativi, forse a seguito della perdita o del danneggiamento delle lastre originali.
L'attenzione all'organizzazione del Fondo e la sua sopravvivenza rispetto all'archivio aziendale suggeriscono che questa collezione avesse un'importanza unica all'interno delle dinamiche produttive dell'azienda.
Né è un esempio il frammento di cianografia, riferibile alla lastra 343 (dimensioni 18x13), sul quale sono state tracciate a matita delle modifiche al modello della foto originaria. Sul verso vi erano inoltre delle note di commessa, come se questo modello fosse stato visionato su di un catalogo e fosse stato poi personalizzato sulla base delle richieste del cliente, direttamente sulla stampa fotografica (Tabella 1).

Lastra negativa	Immagine positiva	Frammento cianografia	Note commessa
			

Tabella 1. Processo progettuale di piccole commesse

Tecniche fotografiche

Il Fondo è composto da soli esemplari negativi su vetro. Non essendo presenti copie positive o provini allegati, le immagini negative a toni invertiti risultano di complessa lettura.
Nonostante ciò, è subito emersa la rilevanza del Fondo, che ci trasmette importanti informazioni sulla storia delle Officine e sull'evoluzione tecnica dei procedimenti fotografici e di finitura adottati per mezzo secolo.

Le tecniche fotografiche impiegate sono due: lastre negative al collodio e lastre alla gelatina ai sali d'argento verniciate e non.

Il collodio umido

Il collodio umido venne sperimentato per la prima volta in fotografia da Bingham e Le Gray nel 1850 ma con scarsi risultati **[3]**, il suo diffuso utilizzo si deve allo scultore Frederick Scott Archer, che nel 1851 iniziò ad impiegarlo per documentare fotograficamente le sue opere. Da allora, si confermò per un trentennio la tecnica per le riprese negative più impiegata: permetteva di ottenere immagini più nitide e ricche di particolari rispetto alla calotipia e risultava molto più sensibile delle coeve lastre all'albumina.
All'interno dell'archivio Michelucci queste lastre sono state impiegate certamente dal 1864, fino almeno ai primi anni '80 dell'Ottocento. Questo si può dedurre dalla datazione dei soggetti ripresi.
Il collodio umido era una complessa tecnica fotografica che coinvolgeva il fotografo in ogni singola fase di preparazione dei materiali funzionali alla realizzazione dell'immagine finale. Richiedeva l'impiego di prodotti chimici di delicata e pericolosa manipolazione e di una camera oscura portatile per riprese fuori dallo studio fotografico, come nel caso di quelle realizzate per le Officine Michelucci.
Il composto base impiegato per la preparazione del collodio era la 'pirossilina' o 'fulmicotone' (di-nitrocellulosa scoperta dal chimico tedesco C.F. Schonbein diversi anni prima) che veniva disciolta con alcol e etere; si produceva una soluzione collosa, viscosa e trasparente. I solventi erano miscelati in diverse proporzioni a seconda del risultato che il fotografo voleva ottenere. Ciò che poteva influenzare la preparazione e condurre alla scelta delle proporzioni erano diverse variabili, come le condizioni ambientali o la dimensione delle lastre. Il collodio veniva addizionato con bromuri e ioduri a volte con aggiunta di additivi e plastificanti come la canfora, l'olio di bergamotto o lavanda e l'albumina per migliorarne la viscosità e rendere il fluido più omogeneo e lavorabile.
La lastra presentava uno spessore da 2 a 5 mm a seconda del formato, aveva margini irregolari e trattandosi di vetro artigianale poteva presentare piccoli difetti di fattura (ondulazioni o piccole bolle). La superficie doveva essere perfettamente pulita, a volte veniva applicato allume di cromo o altre sostanze che agevolavano l'adesione del collodio al vetro. Il collodio quindi veniva versato sulla lastra dal fotografo che la tratteneva per un angolo e la inclinava per consentire al fluido di distribuirsi omogeneamente su tutta o su buona parte della superficie. Lo spessore dello strato variava da 2 a 3 μm **[4]**. Successivamente la lastra veniva immersa in una soluzione di Nitrato d'argento. Questa procedura trasformava il legante da trasparente a opalescente e lo rendeva sensibile alla luce, grazie alla formazione di bromuro d'argento. I tempi di esposizione alla luce variavano da una decina di secondi in condizioni di ottima illuminazione a un minuto. Dopo l'esposizione, ma prima che il collodio asciugasse, era necessario svilupparlo e fissarlo; asciugandosi diveniva progressivamente impermeabile alle soluzioni di trattamento, quindi tutte le fasi dovevano essere condotte rapidamente in 15/20 minuti. Vennero usate diverse sostanze rivelatrici e di fissaggio, che potevano alterare leggermente la resa finale dell'immagine e il suo colore. Questa tecnica produceva lastre con una colorazione molto particolare che può variare dal color crema marrone nelle aree chiare al color bruno nelle zone scure e consentiva la produzione di immagini positive estremamente nitide. Il collodio umido poteva presentare delle irregolarità nello strato di legante, sulla lastra generava spesso accumuli lungo il profilo di stesura o delle ondulazioni che seguivano la direzione di scorrimento del fluido in fase di preparazione, inoltre almeno uno degli angoli usualmente rimaneva pulito. Nelle lastre del Fondo Michelucci si può notare che, la stesura del legante e della vernice protettiva, coprivano solo parzialmente l'intera superficie della lastra.

Lastre con emulsione alla gelatina ai sali d'argento

In una lettera al *British journal of photography*, Richard Leac Maddox nel 1871 pubblicò la ricetta per la produzione di una nuova emulsione da applicare su vetro per la realizzazione di negativi fotografici. Consisteva in un'emulsione di gelatina purificata nella quale era disperso brumuro d'argento. Il sistema era molto interessante e di semplice impiego, ma purtroppo le prime applicazioni produssero lastre insensibili ad alcune frequenze luminose, che richiedevano lunghi tempi espositivi e producevano immagini con caratteristiche tonali, resa dei dettagli e dei contrasti molto inferiori rispetto al collodio. Nel 1873 furono introdotte le lastre ortocromatiche con maggior sensibilità alla luce gialla e rossa grazie all'aggiunta di coloranti azzurri e verdi. Nel 1878 C.H. Bennett scoprì che introducendo nella lavorazione dell'emulsione fotografica un processo di maturazione della gelatina, si ottenevano lastre molto più sensibili. Si ridusse fino a 10 volte il tempo espositivo, consentendo addirittura la ripresa di soggetti in movimento e migliorò notevolmente anche la resa tonale dell'immagine. Così, a partire dal 1880 l'industria iniziò ad interessarsi alla tecnica fotografica avviandone la produzione su larga scala; ogni fase produttiva divenne industriale, dalla realizzazione delle lastre fino alla produzione dell'emulsione. Le lastre in vetro erano più stabili e sottili (2 mm) con profili taglienti. La gelatina era prodotta da ossa e pelli animali, il processo di raffinazione la rendeva solubile a 40-50°, l'emulsione si otteneva creando un precipitato tra nitrato d'argento e bromuro di potassio o di ammonio in cui l'acqua dilavava i sali solubili residui, lasciando in

sospensione bromuro d'argento. Durante il processo di maturazione la grana aumentava insieme alla sensibilità dell'emulsione. Per agevolare l'adesione tra la gelatina e la lastra potevano essere stesi sulla superficie vetrosa sostanze come l'allume di cromo e il silicato di sodio. L'emulsione era infine stesa in strato sottile e omogeneo sulle lastre grazie al processo industriale. Nel 1890 furono introdotte le lastre pancromatiche con le quali era possibile riprodurre tutti i colori della visione umana nelle sfumature del grigio.
Le scatole contenenti le lastre, iniziarono a circolare a livello internazionale e si aprì così il mondo della fotografia al dilettantismo. Le lastre emulsionate erano vendute pronte per essere esposte e potevano essere conservate e sviluppate anche per molti mesi. Lo sviluppo e il fissaggio, come la produzione di immagini positive, erano fasi che dovevano essere ancora necessariamente affidate a studi fotografici professionali.
Le ragioni che decretarono la fine del procedimento al collodio erano ormai molte, nonostante la qualità fosse impareggiabile, le lastre alla gelatina potevano essere facilmente prodotte a livello industriale, permettevano una riduzione dei tempi di esposizione, erano più stabili, potevano essere vendute pronte all'uso e potevano essere sviluppate non contingentemente alla ripresa. Questa tecnica si presenta in strato omogeneo, la tonalità dell'immagine va dal grigio freddo al nero in rapporto alle diverse densità, inoltre presenta tipicamente nello strato di emulsione piccoli difetti ai bordi in forma di sfaldature prodotte dal procedimento industriale di produzione.
La certezza della tecnica fotografica assimilabile a gran parte del fondo Michelucci deriva dalla presenza delle molte scatole che ne hanno permesso il salvataggio. Si tratta infatti delle scatole con le quali le lastre vergini venivano commercializzate, riportano marchi e informazioni di produzione, che possono restituire informazioni in merito alla distribuzione e alla commercializzazione di questi prodotti provenienti da Francia, Germania e Italia.

Tecniche di finitura e verniciatura

Le tecniche di finitura rilevate sulle lastre del Fondo sono:
- *il ritocco*: realizzato sia su lato vetro che sul lato emulsione con formulati ottenuti mescolando pigmenti a leganti organici (colla animale, gomma arabica) o con tinte a base di fluorina o aniline sintetiche.
- *la mascheratura*: realizzata su lato vetro mediante applicazione con colla proteica di carte o cartoncini neri, finalizzata alla scontornatura dei soggetti.
- *la verniciatura* completa o parziale: realizzata sul lato emulsione/legante con resine naturali o sintetiche.

La ricognizione sul Fondo ha permesso di rilevare un uso molto ridotto di ritocchi e mascherature, ma un ampio impiego di vernici a protezione delle lastre, che nel tempo sono invecchiate in maniera diversa mostrando vari gradi di alterazione e imbrunimento. Tra il 1850 e il 1880, la verniciatura dei negativi era un'operazione corrente e le ragioni che spingevano ad optare per questa procedura erano diversificate. La presenza della vernice migliorava i toni dell'immagine; quando veniva data localmente, poteva servire per intensificare le campiture; proteggeva la superficie dell'immagine da danni meccanici; isolava legante ed emulsione dal contatto con inquinanti e materiali acidi; evitava che durante il processo di esposizione delle carte i sali d'argento potessero migrare verso la lastra, alterandone così la densità. Lo spessore dalla verniciatura era generalmente di 4/8 μm.
La verniciatura dei collodi era un'operazione essenziale, l'immagine trovandosi sulla superficie del legante era particolarmente delicata e soggetta a danni meccanici essendo per altro lo strato di collodio rigido e fragile. Il legame che si creava tra il legante e la vernice era molto forte; poteva accadere infatti che particelle di argento superficiali leggermente legate al legante migrassero nella vernice. La verniciatura dei collodi del Fondo presenta la particolarità di essere solo parziale; la vernice veniva versata e fatta scorrere sulla lastra senza coprire completamente la superficie, ma solo il soggetto principale della ripresa.
Nonostante l'emulsione alla gelatina fosse più resistente del collodio, la verniciatura protettiva, soprattutto nelle prime lastre, era diffusa. I fotografi si occupavano della preparazione e dell'applicazione delle vernici, attingendo da ricettari o manuali tecnici dell'epoca. Diversi tipi di resine naturali e vernici sono stati impiegati storicamente: copale, gommalacca, gomma arabica, albume, gomma benzoina, Shellac bianca o gialla, benzoino, damar, sandracca, tinte gialle a base di collodio, gelatina animale. Queste sostanze erano mescolate con solventi come eteri o alcoli che diluivano, fluidificavano e regolavano i tempi di asciugatura. Tempi di essicazione più lenti generavano film protettivi più omogenei, solventi più volatili film più irregolari e spessi. Le vernici potevano essere scelte in base alla loro pigmentazione e alla loro composizione. Dagli inizi del 900, con l'introduzione dell'emulsione pancromatica, dell'ingranditore che non vincolava più il contatto tra lastre e carte sensibilizzate, accadde che le tecniche di finitura come anche la verniciatura furono sempre meno praticate. Sulle lastre più moderne del Fondo infatti più raramente si riscontra l'impiego della vernice protettiva.

Indagini diagnostiche sulle vernici del Fondo

Immagine positiva	Lastra negativa	Dettagli lastra	Riferimenti
		Disegno di lampione monumentale a tre braccia con due varianti della ringhiera, databile intorno al 1895. Dimensioni 24 x 30 cm Tecnica emulsione alla gelatina bromuro d'argento verniciata	**Campione 1:** vernice protettiva ambrata lato emulsione della lastra n°4
		Grande marquise a cinque arcate con due grandi lanterne agli estremi, villa Contini Bonaccorsi, ora Palazzo dei Congressi a Firenze, Arch. Mazzanti, 1886-1891. Dimensioni 13 x 18 cm Tecnica emulsione alla gelatina bromuro d'argento verniciata	**Campione 2:** vernice protettiva ingiallita lato emulsione della lastra n° 114
		Porzione di cancello interno a barre verticali con ricco motivo decorativo e le iniziali L.C. del proprietario simile al cancello realizzato in via Cavour a Firenze, anno 1878. Dimensioni 18 x 24 cm. Tecnica collodio umido parzialmente verniciato.	**Campione 3:** vernice protettiva lastra lato legante della lastra n° 156
		Modello lampadario 344 Dimensioni 13 x 18 cm. Tecnica emulsione alla gelatina bromuro d'argento ritoccata con mascheratura in carta incollata.	**Campione 4:** vernice da ritocco scura applicata al lato vetro della lastra SN 17
		Lampione su disegno di Adolfo Coppéde uguale ai lampioni di piazza Garibaldi a Pistoia, ad eccezione del coronamento che ha una luce anziché quattro. Sulla base la firma delle Officine, 1897. Dimensioni 24 x 30 cm Tecnica emulsione alla gelatina bromuro d'argento verniciata.	**Campione 5:** vernice protettiva lato emulsione della lastra 281

Tabella 2. Campionatura

Al fine di indagare la natura composizionale dei materiali presenti sulla superficie delle lastre sono stati effettuati dei prelievi a bisturi, rasando con la lama in una porzione di angolo selezionata opportunamente allo stereo microscopio e avendo cura di prelevare esclusivamente il materiale superficiale. Le analisi sono state condotte mediante spettrofotometro Nicolet Nexus. Gli spettri sono stati acquisiti in trasmissione nel campo spettrale 400-4000 cm^{-1} acquisendo 64 scansioni con una risoluzione spettrale di 4 cm^{-1}.

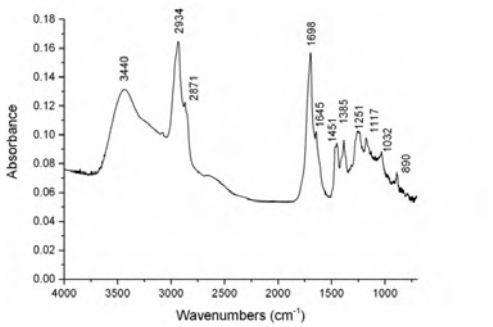


Figura 3. Spettro FTIR del campione 3. Sono evidenti gli assorbimenti tipici di una resina naturale.

Lo spettro registrato per il Campione 3 è mostrato in Figura 3. Sono visibili gli assorbimenti relativi agli stiramenti dei legami C-H nelle catene idrocarburiche (2934-2871 cm^{-1}), lo stiramento del gruppo C=O presente negli acidi; le bande comprese nell'intervallo 1550-700 cm^{-1}, sono di assegnazione complessa, ma risultano utili nel possibile riconoscimento di una sostanza per confronto diretto, trattandosi del range spettrale detto di finger print. Il pattern di assorbimento in Figura 3 è molto simile a quello della sandracca, ma anche la colofonia potrebbe essere compatibile con il risultato ottenuto (Derrick 1989). La sandracca si ricava da piccole conifere (*Callitris quadrivalvis Vent.)* che hanno habitat naturale in Africa settentrionale e soprattutto sulla catena montuosa dell'Atlante. Si presenta in lacrime di colore giallo chiaro o giallo bruno. Si scioglie in alcool etilico a caldo, in acetone e in etere dietilico. Fin dai tempi medioevali il suo uso è documentato per produrre vernici.

I campioni 1 e 2 hanno restituito uno spettro identico. In base al pattern spettrale di assorbimento si desume che sia presente una miscela di resine naturali. Tra queste è possibile identificare il balsamo del Perù come è messo in evidenza dai principali assorbimenti confrontati in tabella 3, ma si ipotizza la presenza di altre resine molli.

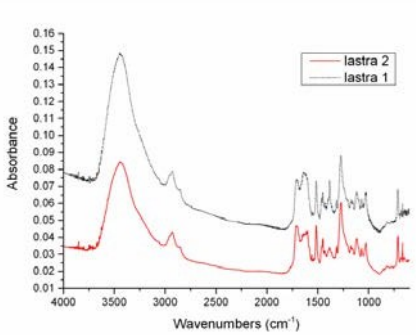


Figura 4. Confronto tra gli spettri FTIR del Campione 1 e del Campione 2. Si nota un andamento del pattern di assorbimento sovrapponibile.

Campione 1	1717	1635	1603	1516	1451	1273	1158	1121	1027
Bals. Perù	1717	1635	1601	1512	1450	1269	1163	1110	1027

Tabella 3. Comparazione dei principali picchi di assorbimento tra lo spettro Lastra 1 e il riferimento del balsamo del Perù (cm^{-1})

Il balsamo del Perù si raccoglie in Centro America come secrezione patologica del tronco del *Myroxilon Pereire*, una pianta della famiglia delle leguminose. È esportato in Europa fin dal XVII secolo. Si presenta viscoso, ma non appiccicoso, di colore bruno rossastro, scuro e trasparente, con un gradevole aroma di vaniglia, contenendo una certa quantità di vanillina. Come tutte le resine naturali possiede una composizione molto complessa che comprende all'incirca 25 componenti, e che dipende dalla provenienza territoriale, dalla stagionalità e dal metodo di produzione. Il suo componente principale è la cinnameina. È insolubile in H_2O, ma solubile in alcol etilico e in cloroformio.
Gli spettri relativi ai campioni 4 e 5 risultano molto simili tra di loro; i componenti rilevati sembrano essere una Terra e colla di coniglio; quest'ultimo componente è stato ipotizzato per gli assorbimenti principali a 2961, 2925 e 2854 cm^{-1} (stiramenti CH_3 e CH_2) e 1638 cm^{-1}(stiramento C=O detta anche amide I) come pattern riconducibile ad un materiale proteico (Colombini et al. 2004).

Stato di conservazione del Fondo

Le lastre negative presentavano tre tipologie di danni:

- *fisici*: depositi superficiali, incrinature, rotture e scheggiature del supporto vitreo, lacune, abrasioni, graffi, impronte digitali, distacco dell'emulsione, residui di adesivi, craquelure di alcune delle vernici protettive.
- *chimici*: difetti di procedimento fotografico, sbiadimento delle immagini, macchie, formazione di prodotti cristallizzati sulla superficie del vetro, alterazione delle vernici, specchio d'argento, ingiallimento e decoesione delle aree di collodio non protetto da vernice.
- *biologici*: liquefazione localizzata dell'emulsione fotografica, lacune e macchie, presenza di residui.

Sia il lato vetro che il lato immagine hanno facilitato il deposito superficiale di grasso, particolato atmosferico e l'apposizione di impronte digitali, soprattutto in assenza di vernici.
Da un punto di vista strutturale, spesso uno dei problemi più rilevanti deriva dalla natura del vetro di supporto, scelto per la sua trasparenza, ma caratterizzato da peso, rigidità e conseguente fragilità. La percentuale delle lastre rotte, incrinate e lacunose è pari al 20% sul totale. Una buona parte di questi danni sono stati rilevati sulle lastre più antiche al collodio e su quelle di formato maggiore (24 x 30 cm). Le ragioni che hanno portato alle rotture sulle lastre più antiche potrebbero essere imputabili anche alla natura del vetro, che poteva presentare difetti. Su alcuni di questi fototipi sono stati osservate localizzate formazioni cristalline aderenti alla superficie.
Le lastre al collodio presentavano un'alterazione peculiare, le aree non verniciate evidenziavano ingiallimento, ossidazione dell'immagine, decoesione e polverizzazione del film di collodio. Le ragioni che possono portare all'alterazione del legante sono diverse. Potrebbe esserci un difetto di preparazione all'origine, nel caso di una scorretta calibrazione di solventi e plastificanti, l'eccesso di solvente alcolico può rendere il film troppo sottile, inoltre l'evaporazione troppo rapida può provocare un'eccessiva contrazione dello strato di legante con conseguente reticolazione che nel tempo può peggiorare. I collodi, inoltre, sono sensibili all'umidità; la presenza di biodegrado diffuso assicura che le lastre ne siano entrate in contatto. In queste condizioni il collodio si altera liberando ossidi di azoto, che possono interferire con l'immagine argentica ossidandola e portando all'infragilimento del film. Nonostante la vernice a volte possa rappresentare una barriera alla volatizzazione dei composti dannosi prodotti dal collodio, nel caso delle lastre Michelucci pare garantisca un'ottima protezione al legante che non presenta elementi di alterazione a differenza delle aree adiacenti non verniciate. Le lastre emulsionate sono percentualmente la maggior parte del Fondo e presentano svariate tipologie di degradi. Alcuni

possono essere riconosciuti come difetti di trattamento: un insufficiente fissaggio dell'immagine o uno scarso lavaggio con il conseguente deposito di residui di soluzione di sviluppo e fissaggio, possono produrre macchie e sbiadimento dell'immagine argentica; queste alterazioni aggravandosi in presenza di alti tassi di umidità portano alla scomparsa dell'immagine e all'ingiallimento dell'emulsione. Spesso anche la presenza di materiali acidi a contatto (carte o cartoni) e di inquinanti possono peggiorare l'effetto appena descritto. Alcune delle lastre che oggi appaiono difficilmente leggibili, negli anni '80 sono state riprodotte evidenziando maggior contrasto dei toni rispetto allo stato attuale. Fortunatamente il numero delle lastre che presentano questo genere di alterazione è molto ridotto. Su alcune delle lastre alla gelatina sono stati rilevati dei sollevamenti con distacco parziale dell'emulsione; questi fenomeni sono stati riscontrati primariamente sulle lastre verniciate e in qualche caso attaccate da degrado microbiologico. Forse l'alto tasso di umidità può aver promosso il fenomeno, interagendo sia con l'emulsione che con il film protettivo più rigido dell'emulsione. Altro fenomeno conseguente a condizioni di conservazione non ottimali e soprattutto causato dal contatto con materiali acidi, è lo specchio d'argento, maggiormente localizzato ai margini e sulle lastre prive di verniciatura, dove ha assunto caratteristiche particolari nei casi in cui come materiale di interfogliazione siano stati impiegati fogli dattiloscritti e carta di giornale. La presenza degli inchiostri di natura acida e grassa ha prodotto una singolare iridescenza differenziata, creando un fenomeno di trasporto delle tracce stampate nell'emulsione.
Le alterazioni a carico dei procedimenti di finitura dipendono dalla natura dei materiali impiegati. Spesso in corrispondenza delle mascherature in carta si rilevano distacchi. Le vernici, sebbene invecchiando siano ingiallite, ove presenti hanno protetto in modo efficace dai graffi e dall'abrasione l'emulsione fotografica e il legante. Solo in rari casi si possono rilevare ai margini delle lastre, in corrispondenza degli spessori maggiori, fenomeni di crettatura e di piccoli distacchi localizzati.
Degrado biologico è stato rilevato su 35 lastre alla gelatina. Una minima parte di queste era verniciata, in tutti i casi insieme alla proliferazione microbiologica si sono verificate adesioni più o meno labili con le carte di interfogliazione. Le gore rilevabili sulle scatole e sui materiali cartacei suggeriscono che le lastre siano entrate in contatto con acqua libera e/o alti tassi di umidità, queste condizioni hanno causato la proliferazione dei microrganismi che sono stati in grado di decomporre il substrato organico.

Progetto di intervento e valorizzazione

L'intervento di restauro sul Fondo è stato orientato alla conservazione e alla tutela di ogni singolo elemento originale. Le fasi di intervento sono state calibrate in base alle esigenze delle singole lastre. La riorganizzazione del Fondo, seguendo la numerazione originale, ha messo in evidenza un limite rilevante, legato alla dimensione e al formato dei fototipi. Spesso lastre di diverso formato sono sequenziali. L'elaborazione di un file di sintesi funzionale alla raccolta dei dati rilevati - tecnica, dimensioni delle lastre, problematiche conservative, collocazione oltre alle informazioni didascaliche - cui è stata affiancata l'immagine della lastra ha permesso di restituire la corretta sequenza alla collezione.

Intervento di restauro
Pulitura meccanica
- Lastre emulsionate:
  - Spolveratura con impiego di pennelli molto delicati (pennelli coreani con pelo di capretto). In presenza di degrado biologico micro-aspirazione con strumento dotato di filtri Hepa.
  - Rimozione meccanica dei supporti in materiale plastico dei nastri adesivi, rimozione a bisturi dei residui di adesivo materico e incrostazioni sul lato vetro.
- Legante al collodio / superfici ritoccate o verniciate:
  - Pulitura con panno antistatico fine e pennello morbido.
- Materiale cartaceo e scatole:
  - Distacco meccanico delle carte in presenza di leggera adesione con le lastre.
  - Spolveratura con pennelli delicati e micro-aspirazione in presenza di infezioni biologiche.
  - Sgommatura leggera con spugne in lattice vulcanizzato e gomme viniliche.

Pulitura a solvente
- Lastre lato vetro e profili:
  - Pulitura con soluzione acquosa addizionata 0,5-1% di tensioattivo (Neutracon **[5]),** seguita da risciacquo con acqua demineralizzata e ulteriore passaggio con alcol etilico puro.
- Lastre lato emulsionato privo di verniciatura:
  - Pulitura con solvente tricloroetilene o alcol etilico puro.
  - Rimozione aree interessate da rilevante specchio d'argento con carbonato di calcio e tricloroetilene.
- Collodio e superfici verniciate
  - Con depositi coerenti impiego di piccoli tamponi inumiditi, previa verifica della resistenza delle vernici.
- Materiale cartaceo:

- In presenza di degrado batterico trattamento disinfettante mediante applicazione a pennello o nebulizzazione di soluzione idroalcolica (70% alcol etilico puro, 30% acqua demineralizzata).

Recupero etichette manoscritte applicate alle scatole

- Distacco meccanico a bisturi ove possibile, in alternativa applicazione di gel rigido di Agar e rimozione dei residui di adesivo rigonfiato a bisturi.

Consolidamento

- Mascherature sollevate dal supporto in vetro
  - Riadesione al supporto con adesivo a base di idrossipropilcellulosa (Klucel G) in alcol etilico.
- Emulsione alla gelatina sollevata
  - Riadesione delle zone distaccate più estese con soluzione al 5% di resina acrilica (Paraloid B72) in acetone. Aree ridotte o interessate da degrado biologico sono state trattate con adesivo a base di idrossipropilcellulosa (Klucel G) in alcol etilico. Le aree distaccate e deformate sono state trattate con adesivo a base di metilcellulosa ad alto peso molecolare (Culminal MC2000) in soluzione idroalcolica.
- Zone legante al collodio con tendenza a polverizzare prive dello strato di vernice
  - Applicazione di un leggero film a base di metilcellulosa (Tylose MH300P).
- Etichette distaccate e documenti cartacei che riportano danni meccanici come lacerazioni e lacune
  - Velatura e integrazione delle aree interessate con carta giapponese e adesivi a base di eteri di cellulosa in soluzione alcolica o idroalcolica a seconda della presenza di degrado biologico.

Messa in sicurezza e ricomposizione delle lastre rotte e incrinate

- Ricomposizione delle lastre rotte e fermatura dei frammenti con piccoli ponti/cerotti (4/5 x 2 mm ca.) applicati perpendicolarmente alla linea di rottura. Queste fermature sono state realizzate sul lato vetro con un nastro adesivo 3M 850 **[6]** che risulta invisibile durante alle fasi di riproduzione digitale.
- Integrazione dei frammenti mancanti mediante sagomatura di cartoncini adatti alla conservazione del materiale fotografico **[7]**. Fermatura delle integrazioni con il medesimo sistema sopradescritto.
- Inserimento di un vassoio in cartone conservazione all'interno delle buste di ogni lastra rotta o incrinata.

Condizionamento

- Lastre
  - Inserimento in buste a 4 falde in carta barriera idonee.
  - Inserimento delle lastre imbustate in scatole a conchiglia a conservazione verticale per formati fino al 21 x 27 cm, le lastre più grandi 24 x 30 cm, che purtroppo riportano la maggior parte dei danni strutturali, sono state condizionate in scatole su misura a conservazione orizzontale.
  - Materiali problematici come i collodi devono essere conservati separatamente rispetto agli altri; tutte le lastre al Collodio sono state organizzate in maniera sequenziale all'interno di scatole dedicate.
  - Le lastre sono state raggruppate per formato e ordinate in base alla numerazione sequenziale. Alle lastre non numerate è stata assegnata una numerazione progressiva anticipata dalla sigla SN (senza numero). La numerazione delle lastre contenute nelle scatole è stata riportata a grafite.
  - Il luogo di conservazione è caratterizzato da ambienti climatizzati e controllo della qualità dell'aria grazie alla ventilazione forzata degli spazi.
- Etichette, documenti cartacei:
  - Inserimento delle carte in cartelline in carta barriera per l'archiviazione dei materiali cartacei.

Digitalizzazione

- Acquisizione digitale delle immagini effettuata da azienda specializzata:
  - Standard ICCD 3072 Pixel per lato lungo

Catalogazione

- Secondo standard Scheda F sul software xDAMS.

Accesso e valorizzazione

- Pubblicazione di contributi e delle schede catalografiche con relativo allegato digitale all'interno del sito www.asisp.intesasanpaolo.com, che sarà a breve disponibile nella sua nuova veste grafica.
- Pubblicizzazione: *Un patrimonio riscoperto. L'archivio storico della cassa di risparmio di Pistoia e Pescia 1526 – 1992, disponibile on line sul sito progettocultura.intesasanpaolo.com*

Conclusioni

Il Fondo delle Officine Michelucci è composto da lastre negative; questo genere di materiali, per via del loro peso, dell'ingombro e della loro fragilità, pone non poche difficoltà di gestione all'interno dell'archivio. La loro manipolazione e utilizzo richiede personale qualificato e l'occupazione di spazi predisposti con parametri ambientali controllati. La campagna di studio e recupero conservativo congiuntamente all'intera digitalizzazione hanno consentito la messa in sicurezza dei fototipi, la divulgazione delle immagini e in futuro ridurranno la consultazione fisica delle lastre. La valorizzazione del Fondo passa attraverso ognuna di queste fasi e permetterà di avvicinare una platea di persone molto vasta che potranno accedere alla rilevante raccolta di informazioni

scaturita da una collaborazione multidisciplinare. La fruizione di dati digitali organizzati potrebbe rappresentare un'opportunità di studio e approfondimento ulteriore sulla pratica delle Officine Michelucci, sulla cultura locale legata alla produzione nelle arti applicate associate ai grandi edifici storici, ma potrebbero derivare anche ulteriori ricerche in merito all'evoluzione delle tecniche fotografiche e di finitura di questo nucleo di lastre negative. Si auspica, quindi, che questa condivisione possa diventare un punto di partenza e una pratica da emulare nell'interesse culturale di tutti.

Ringraziamenti
Si ringraziano tutti coloro che hanno preso parte con passione a questo progetto. L'Archivio Storico di Intesa Sanpaolo, e in particolare Paola Chiapponi insieme a Serena Berno, Federica Brambilla, Elio Cassini, Maura Dettoni e L'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, Consiglio Nazionale delle Ricerche ISPC-CNR che ha reso possibile la ricerca diagnostica sui materiali del Fondo. Un grazie anche a Cristina Tuci per il suo contributo storico e a Margherita Ossola.

NOTE
[1] *Guida per le arti e mestieri, destinata a facilitare il loro progresso in ogni ramo speciale*, Milano, Napoli e Pisa, rivista mensile dal 1869 al 1875, Hoepli . Si tratta di una enciclopedia periodica illustrata con tavole e studi per il perfezionamento di artigiani e decoratori.
[2] *Ricordi di architettura*, rivista pubblicata a Firenze tra il 1878 e il 1900 per iniziativa degli architetti Giacomo Roster, Riccardo Mazzanti, Corinto Corinti e Enrico Bartoli (sostituito nel 1900 da Enrico Ristori)
[3] Le Gray Gustave, *Traitè pratique de photographie sur papier at sur verre*, Paris Lerebours, 1850
[4] Cartier-Bresson Anne, *"Les nègatifs argentiques, collodion"* in "Le Vocabulaire technique del a photographie", Marval, Paris, 2008, pagina 54
[5] Neutracon: tensioattivo per lavaggio e disinfezione, diluibile in acqua, biodegradabile (OECD 301E metodo ISO 7287-1986 E), privo di fosfato, miscela di tensioattivi anionici e non ionici in base di polialcool acquosa (pH 7/7,5). Esente da enzimi, EDTA/NTA o candeggianti al cloro.
[6] 3M 850 supporto trasparente in poliestere molto sottile e resistente, adesivo acrilico a pH neutro. L'adesivo acrilico fornisce un'adesione rapida e un'eccellente tenuta.
[7] PAT test e norme ISO 18902. Carta con alta percentuale di cellulosa oltre l'87%, a pH neutro, bassissimo contenuto di zolfo, libere da lignina, particelle metalliche, sostanze acide perossidi formaldeide e agenti nocivi derivanti dalle colle.

BIBLIOGRAFIA
1. A cura di M. D. Bardeschi, "*Le Officine Michelucci e l'industria artistica del ferro in Toscana (1834 - 1918*)", Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia 1981.
2. Bassi G. B., "*Realtà di un'azienda Fonderia Michelucci*", in "*Tremisse Pistoiese*", Periodico quadrimetrale di cultura della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia, 1978, pagine 39-42.
3. Berselli S., Gasparini L., "*L'archivio fotografico*", Zanichelli, Bologna, 2004. Pagine 36-107, 146-178.
4. A cura di Cappellini P. e Dominici L. "*I Busti Ritrovati, Una galleria di uomini illustri di Pistoia*,", Edizioni Il Metato, Pistoia 2017, pagine 56-57.
5. Cartier-Bresson A., "*Les nègatifs argentiques, collodion*" in "*Le Vocabulaire technique del a photographie*", Marval, Paris, 2008, pagine 48-54.
6. A cura di Cattaneo Barbara, "*Il restauro della fotografia*", Nardini, Milano, 2013. Pagine 35 -62, 99 – 110.
7. *Colombini M. P., Carmignani A., Modugno F., Frezzato F., Olchini A., Brecoulaki H., Vassilopoulou V., Karkanas P., "Integrated analytical techniques for the study of ancient Greek polychromy",* Talanta, 63, 4, 2004, pagine 839-848.
8. Derrick M., "*FTIR spectral analysis of natural resins used in furniture finishes*", J. American Cons. Inst. 1989, pagine 28, 1, 43 – 56.
9. Ottanelli A., *"Archeologia industriale, Fonderia Lippi", in "Tremisse Pistoiese", Periodico quadrimestrale di* cultura della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia, 1999, pagine 34-37.
10. Norris D., Gutierrez J., "*Issues in the Conservation of Photographs, Readings in Conservation*", The Getty Conservation Ins. Los Angeles, 2010. Pagine 114, 337-367, 610-619.
11. Residori L., "*Fotografie materiali fotografici, processi e tecniche, degradazione, analisi e diagnosi*", il Prato, Padova, 2009, Pagine 137-146, 205-233
12. A cura di Residori L., "*Indagini scientifiche e metodi di restauro, materiali archivistici, grafici, fotografici e pittorici*", Ministero per i Beni e le attività culturali, Roma, 2008, pagine 215-222, 243-254, 267-286.
13. Scaramella L., "*Fotografia, Storia e riconoscimento dei procedimenti fotografici"* De Luca Editori d'arte, Roma, 2003, pagine 87-98.
14. Tuci C., Baglioni R., *"Un patrimonio riscoperto. L'Archivio storico della Cassa di Risparmio di Pistoia e Pescia (1526-1992)"*, Monografie, n.11, 2017, Intesa Sanpaolo.

OBIETTIVO AD ORIENTE: IL BISOGNO DI DOCUMENTARE E LA NECESSITA' DI CONSERVARE

Marco Fagiolo*, Isabella Villafranca Soissons**

* Restauratore di libri, opere d'arte su carta e fotografie, Open Care – Servizi per l'Arte,
Via Giovanni Battista Piranesi, 10, 20137, Milano, 02 7398214, rd@opencare.it
**Direttore Dipartimento di Conservazione e Restauro, Open Care – Servizi per l'Arte,
Via Giovanni Battista Piranesi, 10, 20137, Milano, 02 7398267, isabella.villafranca@opencare.it

Abstract

Il termine "*Obiettivo*" ci fa pensare ad una delle parti fondamentali della macchina fotografica senza il quale la magia non può essere vista prima ancora che catturata; l'"*Oriente*" non è solo una parola o un'area geografica, ma un sogno che ha sempre affascinato tutte le generazioni.
Il "*bisogno di documentare*", si riferisce all'intensa attività di alcuni tra i maggiori fotografi europei che - tra la metà del XIX e l'inizio del XX secolo - hanno reso le nostre fantasie e i nostri pensieri su quelle terre lontane reali e visibili. Infine, sorge la "*necessità di conservare*" materialmente fotografie, album, macchine fotografiche, negativi e immaterialmente le idee e le sensazioni che quei luoghi avevano generato e che oggi in gran parte sono perse a causa di eventi storici distruttivi o a causa di persone poco consapevoli che li hanno modificati o fatti sparire per sempre.
L'articolo analizza le varie problematiche riscontrate nelle fasi di progettazione, intervento e conservazione di vari fondi fotografici privati appartenenti a collezioni tra loro estremamente eterogenee dei quali saranno illustrati nell'articolo solo i materiali subito accessibili, in quanto una parte di questi è ancora in fase di studio e catalogazione.
Fondamentale per la realizzazione del lavoro è stato lo studio delle biografie dei fotografi autori di una nuova forma artistica non ancora riconosciuta come tale, tra i quali: Felix Bonfils, Pascal Sebah, Henri Béchard, Rafael Garzon, Antonio Beato, artisti/reporter che hanno lasciato le loro terre d'origine per stabilirsi in diversi luoghi d'Oriente al fine di documentarne la vita, gli usi, le tradizioni e i monumenti.
Al termine dell'articolo, sono state inserite alcune considerazioni tratte da una nostra intervista ad Akram Zaatari, fondatore dell'Arab Image Foundation secondo il quale, in concomitanza con le imprese coloniali nel corso del XIX secolo fino agli inizi del XX, l'orientalismo diventa il *soft power* che accompagna l'*hard power* della violenza politica: il lato intellettuale dell'egemonia europea.

Introduzione

La fotografia come oggetto d'arte, ha suscitato molto interesse tra i collezionisti sin dalla sua nascita, soprattutto in ambito francese. In Francia la fotografia nasce, si sviluppa, viene prodotta su larga scala e commercializzata, i primi fotografi che iniziano a viaggiare per il mondo sono francesi. Ancora oggi i collezionisti trovano interessanti opportunità di acquisto in questo paese ricco di Istituzioni museali e non, che possiedono estesi fondi fotografici. Anche dal punto di vista del riconoscimento delle tecniche, della conservazione e del restauro questa nazione vanta una solida tradizione **[1]**.
A parte sporadiche e famose realtà, generalmente in Italia le raccolte fotografiche fanno parte di collezioni eterogenee insieme a dipinti, tessuti, tappeti, ceramiche, miniature e manoscritti.
Molte collezioni fotografiche sono incentrate su un tema specifico, uno dei più diffusi con il quale ci siamo confrontati più volte è il Medio Oriente.

I fotografi orientalisti: Félix Bonfils e i precursori della fotografia di viaggio

A cavallo tra la seconda metà del XIX secolo e lo scoppio della Prima Guerra Mondiale, si diffuse un forte interesse - soprattutto tra le classi sociali più abbienti - per il Medio Oriente, in particolare nei confronti dell'Egitto, del Libano, della Siria e della sempre in auge Terrasanta. Tuttavia, la nascita di un attenzione nei confronti della cultura e degli usi orientali in letteratura e nelle arti figurative europee, è da far risalire ai primi anni del 18° sec. in Francia a seguito della pubblicazione delle "*Mille e una notte*" e delle "*Cent estampes*"; ma quella che era nata esclusivamente come una corrente di gusto, si tramutò in vero e proprio movimento artistico e letterario solo in epoca romantica, in seguito alle campagne napoleoniche in Egitto e in Siria (1798-99). Occorre ricordare che tra il 1815 e il 1914 la percentuale di territori sotto il controllo coloniale europeo passò dal 30% all'85% e che, nel medesimo periodo, vennero scritti quasi cinquantamila libri sul Vicino Oriente e realizzati migliaia di dipinti a soggetto orientalista.

L'Oriente divenne fonte di studi scientifici e meta di viaggi: questa sorta di *Grand Tour* tra le rovine di grandi civiltà del passato che si stavano riscoprendo grazie a nuove campagne di scavo e ricerca presso i siti di millenaria memoria era da documentare con ogni mezzo.
A tale scopo, una irresistibile opportunità fu offerta dalla neonata arte della fotografia e dalle varie possibilità del suo impiego, imprimendo "nero su bianco" (o viceversa per i negativi) ricordi, testimonianze e documentazioni di viaggi che spesso si trasformarono in vere e proprie avventure.
Una schiera di fotografi europei fu attratta dall'opportunità di produrre un'accurata documentazione degli antichi siti e dei costumi delle popolazioni locali a favore di un folto pubblico composto da antropologi, geografi, archeologi e appassionati turisti che compravano fotografie come souvenir. Molti di questi fotoreporter "ante litteram" furono affascinati a tal punto da quei luoghi che si trasferirono a vivere lì, a volte con l'intera famiglia che collaborava all'attività.
Nei fondi oggetto di studio il nome che troviamo in maniera più persistente è quello di Félix Bonfils; probabilmente il più prolifico e conosciuto tra i fotografi orientalisti. La sua produzione fotografica è estremamente ampia (basta consultare i cataloghi con le sue opere e notare la durata dell'attività del suo studio fotografico: fin quasi alla Seconda Guerra mondiale); inoltre le sue opere sono alla base di una larga diffusione iconografica che ha esteso la conoscenza di innumerevoli aspetti del Medio Oriente **[2]**.
Le fotografie di Bonfils non sono solo la testimonianza archeologica, geografica e architettonica del Medio Oriente ma documentano anche le condizioni dei monumenti antichi più di un secolo fa. Infatti, l'importanza della ricerca di Félix Bonfils risiede, soprattutto, nel sistematico censimento durato oltre dieci anni, dello stato di conservazione dei luoghi, a volte inserendo elementi eterogenei e persone in costume. In particolare Beirut, dove si era traferito con la famiglia, tra il 1864 e la Prima Guerra mondiale, era la capitale del "*Mount-Lebanon*", una provincia autonoma siriana sotto la dominazione turca amministrata da un governatore cattolico approvato sia dai Turchi sia dai governi Europei. Essendo la città il cuore multiculturale del Medio Oriente, le sue fotografie erano disponibili a Beirut, Parigi, Londra e in Egitto - in particolare al Cairo - ad Alessandria, Port-Said e Damasco. Non è facile stabilire effettivamente quali e quante foto abbia realizzato; la maggior parte delle campagne sono state condotte da lui personalmente, ma è lecito pensare che la moglie abbia contribuito, specialmente per quanto riguarda la serie dei costumi delle donne mediorientali, certamente più inclini a farsi ritrarre da una fotografa.
Contemporaneamente all'attività di Bonfils e famiglia, altri fotografi furono attivi in varie zone di quello che allora era l'Impero Ottomano e nel bacino del Mediterraneo; tra questi possiamo ricordare Pascal Sebah che, lavorando tra Costantinopoli (dal 1860) e l'Egitto (dal 1873), realizzò foto della città vecchia de Il Cairo e delle monumentali Tombe dei Califfi alle porte della città **[3]**. Altri ancora come Henri Béchard e Rafael Garzon seguirono le orme dei due sopra citati e, in particolare, Garzon si specializzò in fotografie dei monumenti di derivazione islamica presenti sul territorio spagnolo. Da non dimenticare è l'aspetto innovativo al quale contribuì Antonio Beato installatosi a Luxor come fotografo professionista. Infatti, egli fu tra i primi ad abbandonare i dagherrotipi o calotipi (lastre di rame argentato che richiedevano un'impressione in piena luce solare) per le nuove lastre al collodio, mentre la stampa su carta all'albumina permise la riproduzione dell'immagine in centinaia di copie favorendo la diffusione commerciale delle fotografie su larga scala. Anche se l'attrezzatura si ridusse, restava in ogni caso ingombrante altresì per le dimensioni delle lastre che, inoltre, necessitavano di un tempestivo processo di sviluppo; per le riprese nelle località distanti dalle città e quindi dai laboratori, venivano utilizzate carrozze trasformate in camera oscura **[4]**.

Le tecniche di esecuzione e i materiali. Considerazioni

I materiali oggetto d'intervento provengono soprattutto dalla più ricca collezione con la quale, ad oggi, abbiamo lavorato e che, in parte, è ancora in fase di studio.
Le tecniche maggiormente presenti sono:

- negativi su lastra di vetro ai sali d'argento (di questa tipologia presentiamo l'intervento conservativo condotto su due lastre di Bonfils, n°**720 Paysan du Mt Liban** e n°**1458 Chamelier Traversant le désert**) che misurano circa 120 h x 90 l mm. Il riconoscimento della tecnica fotografica è stato immediato e facile: si tratta di negativi di gelatine al bromuro d'argento. Si tratta di una tecnica a due strati: uno strato di emulsione sulla quale è presente l'immagine e uno strato di supporto, in questo caso una lastra di vetro (Figure 1-4).
- positivi realizzati con la tecnica dell'albumina (di cui presentiamo l'intervento su 1 pezzo di Bonfils, n°**385 Palmyre. Colonne monolithe sur la grande colonnade. Syrie**). La tecnica è stata immediatamente riconosciuta come carta albuminata o più semplicemente albumina. Si tratta di una tecnica argentica a due strati, in cui l'albume d'uovo, rimanendo in superficie e non essendo assorbito dalla cellulosa, conferisce un effetto satinato che, tuttavia, è poco stabile alla luce e, soprattutto, le tonalità chiare tendono a sbiadire.

Probabilmente le lastre sono state realizzate per una pubblicazione successiva alla prima metà del XX secolo, in quanto l'impressione è stata eseguita fotografando un "positivo"; sono ben riconoscibili i bordi della stampa

attaccata ad un supporto ligneo tramite puntine da disegno, le quali hanno lasciato varie tracce sulla superficie cartacea. L'identificazione delle puntine, seppur molto complessa sia ad occhio nudo sia al microscopio, avrebbe potuto fornire un, seppur minimo, elemento di datazione, ma purtroppo l'evento non si è verificato (Figura 5).
Per entrambe le lastre si suppone siano state fatte 2 esposizioni dato il profilo molto marcato dello specchio d'argento (Figura 6).
Il positivo della lastra n°720 Paysan du Mt Liban è stato rintracciato in repertori cartacei e online; in particolare l'opera è presente nel catalogo delle viste fotografiche dell'Oriente pubblicato dallo stesso Bonfils dal 1876 sotto la sezione *Costumes Syriens,* a pag. 30 **[5]** e un esemplare è conservato presso l'International Museum of Photography at George Eastman House **[6].**



Figure 1 e 2. Le due lastre viste con luce trasmessa



Figure 3 e 4. Le due lastre viste "*in positivo*" con colori invertiti

Per quanto riguarda, invece, la lastra n°1458 Chamelier Traversant le désert, ad oggi purtroppo non siamo riusciti a trovare informazioni utili né in merito al negativo né alla stampa del positivo. Probabilmente, questa fotografia potrebbe essere stata realizzata dopo la morte di Bonfils avendo un numero progressivo molto alto e stampata, quindi, dagli eredi del suo studio che, tuttavia, sembra non abbiamo più pubblicato cataloghi di vendita per le stampe fotografiche.

Le lastre, quindi, dalle poche informazioni a nostra disposizione, potrebbero essere delle opere successive alla morte del fotografo e riproducono due positivi che forse si trovavano in qualche studio o in qualche collezione. Le lastre originali di Bonfils, infatti, sono attualmente conservate in una collezione privata americana e sono state oggetto di studio da parte del collezionista stesso (un fotografo) con il quale è avvenuto un recente scambio di mail **[7-8]**.

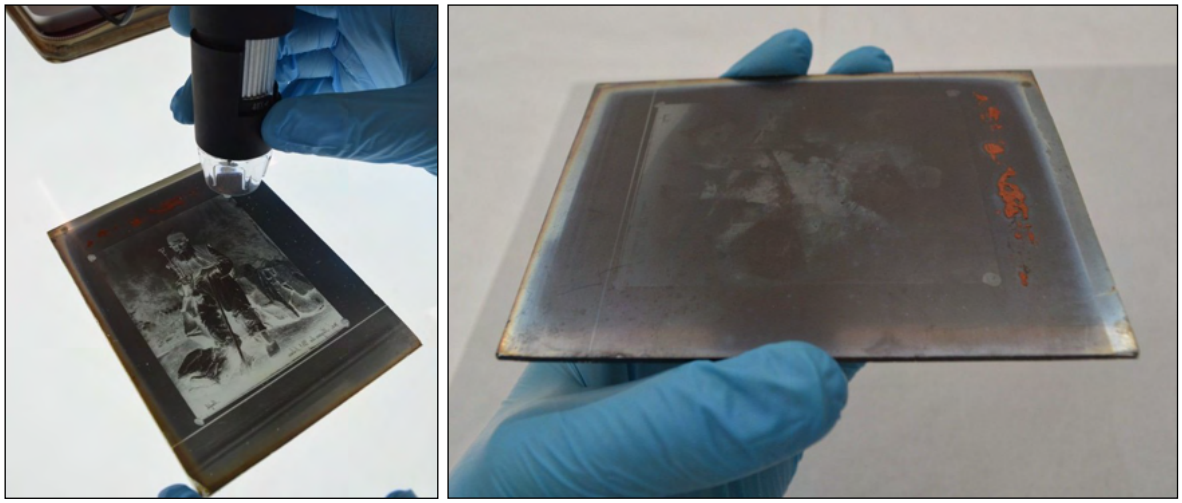


Figure 5 e 6. Analisi al microscopio digitale per la caratterizzazione delle puntine da disegno e lo "specchio d'argento" con la mascheratura rossa

Per quanto riguarda l'albumina, essa rappresenta una parte delle colonne monolitiche dell'antica città di Palmira, nell'attuale Siria. La fotografia ha un numero progressivo dato da Bonfils abbastanza basso ed, essendo un positivo, se ne trovano vari esemplari con differenti stati di conservazione nelle maggiori collezioni europee e americane. Navigando tra i repertori online si è cercato di verificare se i luoghi rappresentati (non solo in questa foto, ma anche per altre della collezione) potessero essere sopravvissuti fino ad oggi; particolare non affatto scontato soprattutto trattandosi di Palmira, oggetto di recenti e tristi vicende. Invece, sorprendentemente, l'immagine sottoposta a intervento conservativo può essere messa a confronto con uno scatto moderno e la differenza tra le due appare minima: si vedono bene le colonne in primo piano e il colonnato sullo sfondo, l'unica differenze macroscopica è il pilastro anticamente disteso che è stato successivamente eretto vicina agli altri, come in origine (Figure 7 e 8).



Figure 7 e 8. Le colonne monolitiche dell'antica città di Palmira nella foto di Bonfils (a sinistra) e in uno scatto recente (a destra)

Lo stato di conservazione

Le lastre della collezione in vetro presentano un'immagine negativa color grigio-neutro e sulla maggior parte dei negativi si rileva la presenza dello specchio d'argento soprattutto nelle zone limitrofe ai bordi. Sulle lastre e spesso sull'emulsione si rilevano residui solidi di diversa entità e natura, abrasioni, graffi e impronte digitali, riconducibili a manipolazioni non corrette; molte volte i bordi sono scheggiati, sbeccati e non tagliati in modo uniforme, a conferma che queste lastre sono state prodotte e tagliate in artigianalmente ma anche conservate e maneggiate in modo errato. Sulla lastra n°720 è presente una mascheratura rossa sul lato emulsione.
L'albumina, invece, è in pessime condizioni. È montata in pieno su un cartone interessato da strappi, lacune e sollevamenti lungo tutti i lati. I maggiori sollevamenti del supporto sono esattamente in prossimità degli angoli e delle lacune sul lato verticale destro e nell'angolo inferiore sinistro. Vi sono residui di materiale fibroso incollati sull'emulsione e in parte sul cartone lungo il lato sinistro e al centro del lato destro. In tempi passati sono state apposte due scritte a matita nella parte destra negli angoli superiore e inferiore; non è facile capire la scrittura ma si riesce a leggere in alto "A 60" e in basso dei numeri "...859?". Nell'angolo inferiore destro del cartone è stato impresso un timbro a secco. Nella parte sinistra inferiore, una grande macchia bruna di forma semicircolare intacca parte dell'immagine. Altri residui di materiali incoerenti si rilevano nell'angolo superiore sinistro e, su tutta la superficie, vi è un generale imbrunimento dei supporti.
Il verso è interessato da macchie e incrostazioni imbrunite, probabilmente riconducibili a residui di adesivo. La grande macchia semicircolare visibile anche sul recto è qui più evidente. Residui di carta sono presenti sul lato sinistro.

Gli interventi di restauro

Sui negativi, la prima operazione realizzata è stata la compilazione dei Condition Report e successivamente delle schede di restauro che possono essere redatti per un singolo pezzo, come in questo caso, o per una compagine (qualora i materiali siano in scatole o custodie). Gli interventi sui negativi sono previsti esclusivamente sul lato lastra, mentre il lato su cui è stata apposta l'emulsione non viene toccato per evitare l'insorgere di danni.
Entrambe le lastre sono state spolverate con un pennello a setole morbide sia sul recto che sul verso (eseguendo movimenti molto delicati sul lato emulsione).
I residui e i depositi incoerenti di natura eterogenea sono stati rimossi con grande cautela utilizzando la punta di un bisturi.
Per una pulizia più profonda è stata utilizzata una soluzione idroalcolica (acqua demineralizzata. 20% e alcol etilico 80%) apportata con un tamponcino di ovatta per facilitare la rimozione dei depostiti superficiali; tale metodologia è stata utilizzata anche per la pulitura dello spessore dei bordi, facendo attenzione che la soluzione non migrasse sul lato dell'emulsione. In seguito a tale operazione, per non lasciare aloni, è stato necessario sgrassare la superficie con un piccolo panno in microfibra finissima (utilizzato in campo hi-tech) leggermente imbevuto con alcol etilico puro (Figura 9).

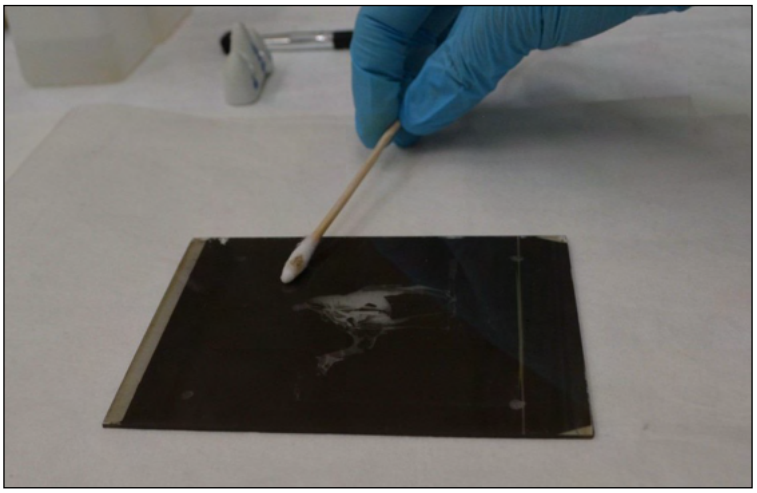


Figure 9. Pulitura della lastra con soluzione idroalcolica

Anche nel caso dei positivi la prima operazione è stata la redazione dei Condition Report e, a seguire, delle schede di restauro. Successivamente si è provveduto alla spolveratura del recto e del verso con un pennello a setole morbide. La rimozione dei residui più ostinati è stata condotta tramite polvere di gomma Wishab massaggiata a pennello, mentre il verso del supporto secondario è stato trattato anche con gomma in polivinilcloruro. I residui di

adesivo e i depositi incoerenti sono stati rimossi a secco con la punta di un bisturi, mentre i lacerti di carta sul recto della fotografia sono stati dapprima leggermente inumiditi con un pennello inumidito e successivamente rimossi meccanicamente. La pulitura ad umido del recto è stata eseguita utilizzando una soluzione idroalcolica (acqua demineralizzata. 20% e alcol etilico 80%) utilizzando un tamponcino di ovatta per facilitare la rimozione dei depostiti superficiali tramite una leggera e calibrata azione meccanica. Il collezionista, in questo caso particolare, ha espresso la volontà che la fotografia venisse staccata dal supporto secondario, si intervenisse con i restauri e successivamente che la foto venisse riapplicata al supporto. Tale richiesta è stata valutata attentamente procedendo con l'esecuzione di minimi test di distacco. La metodologia utilizzata è stata l'imbibizione con acqua demineralizzata di carte assorbenti poste sul verso e la rimozione graduale della fotografia dal supporto. In seguito al distacco è stata scoperta una scritta a matita apposta al centro della fotografia **[9]**.



Figure 10 e 11. Il *recto* dell'albumina prima del restauro e un dettaglio della pulitura meccanica con polvere di gomma

Il risarcimento delle lacune è stato realizzato con carta giapponese Vangerow 25-517 da 35 g/m^2 accompagnata cromaticamente e idrossipropilcellulosa (Klucel G al 4%).
L'albumina, per sua natura, una volta distaccata dal supporto, tende a deformarsi. Per risolvere, in parte, il problema, è stato deciso di realizzare una foderatura totale dal verso con velo Vangerow 25-504 da 9 g/m^2 preparato con una soluzione di Plextol B500 1:3 in acqua e successivamente riattivato con acetato di butile (Figura 12) **[10]**.
Al collezionista è stato proposto di tenere il cartone conservativo e applicare la fotografia su di esso tramite due brachette in carta giapponese (e non in pieno come in origine). Per schermare il verso della fotografia e il recto del cartone, evitando
di poggiare l'opera direttamente su di esso, è stato inserito all'interno un foglio di bondina con il lato lucido rivolto verso la fotografia.

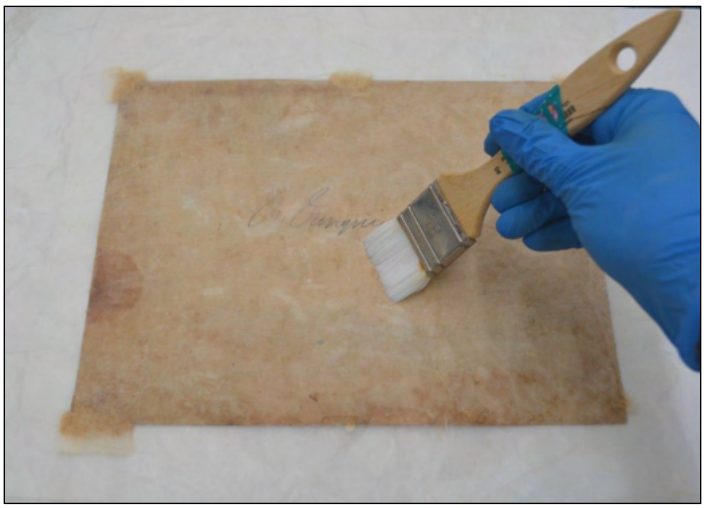


Figure 12. Applicazione del velo precollato sul *verso* dell'opera

La conservazione

Le metodologie conservative per i negativi su lastra sono differenziate a seconda del risultato che si vuole ottenere ed anche della quantità di materiale presente in collezione **[11]**. In questo caso sono stati sagomati intorno alla lastra dei passe-partout, realizzati in cartone conservativo Klug 019 natural white/white con spessore 2 mm in modo tale da consentire la corretta conservazione e fruizione.
I due cartoni che compongono la cartella sono stati uniti tramite due strisce di Filmoplast P90 all'interno e all'esterno.
I passe-partout sagomati sono stati fatti aderire alla cartellina tramite nastro biadesivo 3M 4156.
I negativi sono conservati mantenendo il lato emulsione verso l'altro per poterne controllare lo stato di conservazione senza maneggiarli. Sotto ogni negativo è stata inserito un supporto in bondina (utilizzando il lato liscio a contatto con la lastra) per facilitarne l'estrazione dalla custodia (Figura 13).



Figure 13. L'alloggiamento della lastra all'interno dellacustodia

Per quanto riguarda l'albumina, invece, essendo stata rimontata sul supporto secondario originale, è stata inserita in una busta conservativa in poliestere a tasca "Pascoli" CTS con apertura ad "L".
La conservazione in *Open Care* riguarda anche lo stoccaggio nei depositi e nelle celle private dei singoli collezionisti dove è previsto il costante monitoraggio di T e UR a seconda dei parametri indicati per la conservazione dei diversi materiali ivi contenuti.

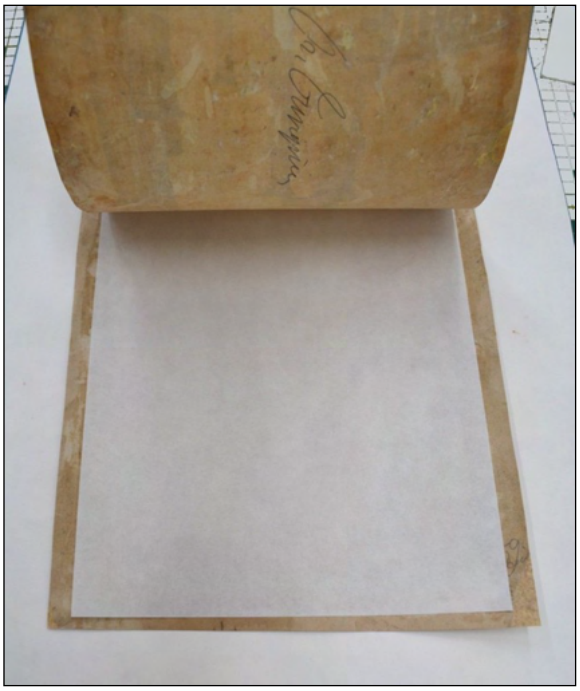



Figure 14 e 15. Lo strato di bondina tra il supporto e l'albumina e l'opera dopo il restauro

Una visione contemporanea: *l'Orientalismo* secondo Akram Zaatari

In occasione di una visita in Open Care per la programmazione di una mostra riguardante gli archivi fotografici, abbiamo avuto l'opportunità di intervistare Akram Zaatari regista, fotografo, artista d'archivio e curatore. Nel 1997 Zaatari è stato uno dei cofondatori dell'Arab Image Foundation. Il lavoro della Fondazione consiste nello studio e nell'archiviazione della storia fotografica del mondo arabo, attraverso la raccolta e la conservazione dei fondi fotografici ancora presenti in Oriente; ad oggi si tratta di più di 600.000 fotografie provenienti principalmente da Libano, Siria, Palestina, Giordania; Egitto, Marocco, Iraq, Iran.
L'approccio di Zaatari è estremamente critico nei confronti delle fotografie riprese dagli europei in passato nel mondo orientale.
Nella sua analisi l'Occidente rappresenta un non meglio precisato "Oriente" - che va dall'Asia al mondo arabo - come una società primitiva, statiche e non sviluppate, con l'implicita idea che la società occidentale sia sviluppata, razionale e chiaramente superiore.
Secondo Zaatari esiste un rapporto ambivalente tra tradizione orientalista e imperialismo (colonialismo prima, neocolonialismo poi), con la prima che lavora al servizio del secondo; durante le imprese coloniali nel corso del XIX secolo fino agli inizi del XX, l'orientalismo non è stato altro che il *soft power* che ha accompagnato l'*hard power* della violenza politica: il lato intellettuale dell'egemonia europea.

BIBLIOGRAFIA

1. AA. VV., "*Encyclopedia of Nineteenth-Century Photography*" – Vol.1 (A-I) e Vol.2 (J-Z), John Hannavy Editor - New York, Routledge, 2008.
2. Fuso, Silvio; Mescola, Sandro (a cura di), "*Mariano Fortuny collezionista - Alinari, Atget, Bonfils, Laurent, Quinet, Sella*", Electa, Milano, 1983.
3. *Catalogue des vues photographiques de l'Orient – Egypte, Nubie, Palestine (Terre Sainte), Syrie, Cote-d'Asie, Ile de Chypre, Gréce & Constantinople* di F. Bonfils & C.ie a Beyrouth (Syrie) & Alais (Gard), 1876.
4. *The Mystery of the Felix Bonfils Glass Plate Negatives*, articolo on-line del 2011 disponibile all'indirizzo: https://www.larrymcneil.com/blog/the-mystery-of-the-felix-bonfils-glass-plate-negatives (ultimo accesso: 24 agosto 2020).
5. Cattaneo Barbara (a cura di), "*Il restauro della fotografia – Materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali*", Nardini Editore, Firenze, 2013, in particolare pp. 99-105.
6. Andrew Szegedy-Maszak, "*The Genius of Félix Bonfiles*", vol. 54 n°3 May/June 2001; abstract disponibile al link: https://archive.archaeology.org/0105/abstracts/athens.html (ultimo accesso 13 agosto 2020).
7. Carney, G., "*The Image of the East: Nineteenth-Century Near-Eastern Photographs by Bonfils*", from the Collection of the Harvard Semitic Museum, Chicago/London. University of Chicago Press, 1982.

8. Will H. Rockett, *The Bonfils story: in the rubble of an explosion, an incredible discovery – A legacy of light*, articolo disponibile al link: https://almashriq.hiof.no/general/700/770/779/historical/bonfils/bonfils-history/bonfils-1.html (ultimo accesso: 23 agosto 2020).
9. Piney, "*A Legacy of Light"*, in "*Saudi Aramco World"*, settembre/ottobre 2013, pp. 16-23.
10. Sebah, P. et al., "*Les costumes populaires de la Turquie en 1873*: *ouvrage publié sous le patronage de la Commission impériale ottomane pour l'Exposition universelle de Vienne"*, 1873, album digitalizzato al link: https://archive.org/details/gri_33125008551505/page/n23/mode/2up (ultimo accesso 11 agosto 2020).
11. "*Remembrances of the Near East: the photographs of Bonfils, 1867-1907. From the collection of the International Museum of Photography at George Eastman House and the Harvard Semitic Museum"*, Catalogo della mostra, Chicago, 1980.
12. Miraglia, Marina; Ceriana, Matteo (a cura di), "*Brera. 1899, un progetto di fototeca pubblica per Milano. Il "ricetto fotografico" di Brera"*, Electa, Milano, 2000, pp. 80-84.

NOTE

[1] Tra le maggiori istituzioni nel campo della ricerca e del restauro c'è la Fondation Henri Cartier-Bresson di Parigi.
[2] Felix Bonfils nasce a Saint- Hippolyte-du-Fort l'8 marzo 1831, legatore di libri convertitosi alla fotografia, rimane affascinato dal Libano e con sua moglie Lydie Cabanis ed i suoi figli Adrien e Fèlicie, si stabilisce a Beirut dove nel 1867 apre uno studio fotografico che diventerà uno dei più importanti dell'Oriente. Pubblicò vari album in differenti formati "*Catalogue des vues photographiques de l'Orient*" (1876), and "*Souvenirs de l'Orient* (1877-1878)". In quello del 1876 precisa che le sue copie sono state fatte in almeno "tre formati differenti", prova che ha utilizzato più apparecchi anche quando si è avventurato in posti pericolosi come Baalbek o Palmira. Muore il 9 aprile 1885 ad Alés, sua città natale. La moglie e il figlio restano a Beirut e mantengono per quarant'anni l'attività del laboratorio con degli assistenti.
[3] Nel 1873 Sebah pubblica anni la raccolta: *Les costumes populaires de la Turquie en 1873*: *ouvrage publié sous le patronage de la Commission impériale ottomane pour l'Exposition universelle de Vienne*, un'importante raccolta fotografica e descrittiva di usi e costumi della Turchia e dell'Impero Ottomano.
[4] Per approfondimenti sulla biografia di Bonfils e degli altri fotografi "orientalisti" è imprescindibile la consultazione della *Encyclopedia of Nineteenth-Century Photography*; in part. per Bonfils le pp. 173-175 e Sebah pp. 1260-1261.
[5] Il catalogo al quale si fa riferimento è il *Catalogue des vues photographiques de l'Orient* di F. Bonfils & C.ie a Beyrouth (Syrie) & Alais (Gard), non datato (ma sicuramente dopo il 1883 quando è stato premiato all'Esposizione Universale di Bruxelles) e conservato presso il Kunsthistorisches Institut di Firenze che lo ha interamente digitalizzato e reso disponibile su internet.
[6] Il positivo n°720 – Paysan du Mt Liban è stato pubblicato nel 1980 nel catalogo della mostra *Remembrances of the Near East: the photographs of Bonfils, 1867-1907.*
[7] L'insolita storia dei negativi originali di Bonfils si trova in internet al seguente indirizzo: https://www.larrymcneil.com/blog/the-mystery-of-the-felix-bonfils-glass-plate-negatives con il titolo: *The Mystery of the Felix Bonfils Glass Plate Negatives* dove l'autore, che è anche il collezionista, illustra le vicende che lo hanno portato ad avere tra le mani le lastre nella sua collezione.
[8] L'autore Marco Fagiolo desidera ringraziare le colleghe Barbara Cattaneo ed Elvira Tonelli per la loro profonda conoscenza dei materiali fotografici e i loro consigli come spunti di riflessione.
[9] Il problema del distacco dei supporti secondari e di un'adeguata conservazione delle fotografie è stato affrontato da Silvia Berselli in un contributo del 2000 sulla progettazione di una fototeca pubblica per Milano (vedi bibliografia).
[10] Ho visto applicata questa foderatura con resine sintetiche durante l'intervento di Melissa Gianferrari: *Nuove metodologie di intervento applicate nella didattica del restauro dei materiali fotografici* nell'ambito della IV Giornata di studio: Conservazione e Restauro del contemporaneo – *Il Restauro della Fotografia in Italia dagli anni '50 al contemporaneo* del 1 febbraio 2019 a Bologna. Il risultato, a mio parere, è stato molto soddisfacente, l'albumina ha un supporto leggero ma ben solido.
[11] Molto utile è stata la lettura del contributo: *I negativi in bianco e nero* di M. Estrada, A. Laudisa e M. Zacchi all'interno del volume: *Il restauro della fotografia – Materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali* nel quale sono descritte le problematiche dovute al deterioramento e le varie tecniche di conservazione dei negativi a seconda dello stato di conservazione (lastre rotte, emulsioni sollevate).

LE LASTRE DELLA COMMISSIONE VINCIANA: ESPERIENZA DIDATTICA, RESTAURO, VALORIZZAZIONE

Barbara Cattaneo *, Giulia Fraticelli **, Letizia Montalbano***

* Restauratrice, Opificio delle Pietre Dure, viale Filippo Strozzi, 1, 50129 Firenze, tel. 0552625442, barbara.cattaneo@beniculturali.it
** Restauratrice freelance, via Gramsci 309, 50019, Sesto Fiorentino, tel.3385205090, giuliafraticelli@hotmail.it
*** Direttrice della SAF, Opificio delle Pietre Dure, viale Filippo Strozzi, 1, 50129 Firenze, tel. 0552625442 letizia.montalbano@beniculturali.it

Abstract

In occasione del cinquecentesimo anniversario dalla morte di Leonardo, i fondi di lastre fotografiche realizzate per la riproduzione facsimilare dei suoi manoscritti e dei fogli sciolti sono stati trasportati presso il Museo Galileo di Firenze, per poter compiere un progetto articolato di studio, conservazione, digitalizzazione e valorizzazione. Nell'arco di circa dieci mesi sono stati trattati e condizionati più di 7000 oggetti fotografici, prevalentemente negativi e positivi su vetro, ma anche pellicole in nitrato di cellulosa, stampe alla gelatina bromuro d'argento, collotipie e autocromie. Provenienti dalla Biblioteca Nazionale Centrale di Roma, sede dell'Archivio della Commissione Vinciana, e in piccola parte dal Civico Archivio Fotografico di Milano, questi oggetti fotografici suscitano interesse sotto molteplici punti di vista. Si tratta infatti di negativi, per lo più di separazione, realizzati per poter stampare riproduzioni fedeli in bicromia e tricromia, grazie alla tecnica fotomeccanica della collotipia, procedimento complesso e raffinato, noto per la morbidezza del segno e l'ampia possibilità di passaggio tonale. Le campagne fotografiche si sono svolte tra la fine dell'Ottocento e la prima guerra mondiale, da fotografi che è lecito pensare abbiano allestito spazi di ripresa e camere oscure portatili all'interno degli archivi e delle biblioteche di tutta Europa. La correzione delle lastre, in termini di ritocco e mascheratura, necessaria per l'ottimizzazione della stampa, doveva essere fatta in loco, a diretto confronto con i manoscritti originali.
L'occasione del progetto di messa in sicurezza, restauro e digitalizzazione delle lastre Vinciane ha dunque permesso di indagare le pratiche artigianali dei fotografi e degli stampatori, nonché di comprendere meglio i sistemi di traduzione degli originali in riproduzioni collotipiche. Le lastre, inoltre, testimoniando le condizioni fisiche di conservazione dei manoscritti al momento dell'acquisizione fotografica, permettono di approfondire i metodi e la *ratio* del lavoro di traduzione dall'originale alla stampa, favorendo nuovi studi sulla storia della conservazione dei materiali leonardeschi e, potenzialmente, la revisione degli studi precedenti, poiché molti studiosi hanno fondato il proprio lavoro sulle copie fascimilari, non avendo avuto la possibilità di accedere agli originali.
Per gli aspetti specifici di conservazione e restauro è stata attivata una collaborazione con il Settore Restauro Materiali cartacei e membranacei dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, al fine di supervisionare le attività. Prima dell'avvio del restauro vero e proprio è stato organizzato un cantiere scuola con le allieve del Percorso Formativo Professionalizzante n. 5 della Scuola di Alta Formazione dell'OPD. Le allieve hanno così potuto lavorare su materiali fotografici eccezionali da un punto di vista storico e tecnico, contribuendo attivamente alla pianificazione e all'organizzazione degli spazi, svolgendo operazioni di messa in sicurezza, ricondizionamento e documentazione delle operazioni svolte. Allo stesso tempo, hanno potuto approfondire la conoscenza del Museo Galileo, le sue collezioni, nonché le sue risorse librarie e digitali. Per quanto riguarda il restauro, l'eccezionalità e la varietà in termini di quantità, formati e problematiche conservative ha favorito la ricerca di tecniche innovative di consolidamento e la messa a punto di nuove tipologie di montaggio, oltre alla realizzazione di contenitori *ad hoc* per i materiali di grande formato, sempre nel rispetto della polimatericità costitutiva degli oggetti trattati. L'occasione dell'intervento ha permesso inoltre il riordino archivistico delle lastre e la catalogazione definitiva, attualmente in fase di completamento.

Introduzione

Le lastre fotografiche oggetto del presente contributo confluirono nel Novecento alla Biblioteca Nazionale Centrale di Roma, sede di conservazione del patrimonio archivistico e documentale della Regia Commissione Vinciana. Istituita nel 1905, la Commissione si prefisse di realizzare una campagna di riproduzione fotografica sistematica di tutti i manoscritti leonardeschi, inclusi i disegni e i fogli sciolti, per facilitarne gli studi, dato che la loro dislocazione in tutta Europa rendeva complessa la consultazione. La pubblicazione di edizioni facsimilari, la "patriottica impresa", come fu definita dalla Commissione stessa in un verbale del 1912, comportava però costi altissimi, tanto che la prima edizione fu procrastinata, anche a causa dello scoppio della prima guerra mondiale,

fino al 1924, anno in cui la ditta Danesi di Roma pubblicò a proprie spese l'edizione in fototipia (collotipia) dei Codici Arundel 163 e Forster I, II, III impresa che contribuì al fallimento dell'editore stesso. L'archivio fotografico si compone oggi di circa 7000 lastre, oltre a un numero analogo, ma non ancora censito, di pellicole in nitrato e acetato, di stampe alla gelatina bromuro d'argento, di autocromie e di collotipie, di cui alcune colorate a mano. Dai documenti si evince che nel 1914 erano già presenti più di 4500 scatti realizzati dalla Ditta Danesi di Roma e dall'Officina Arti Grafiche di Bergamo, sulla base di un capitolato, che prescriveva la consegna di un negativo e due stampe positive, una nella direzione originale e una specchiata, per permettere una lettura più agevole della scrittura di Leonardo. Il capitolato fu redatto da Adolfo Venturi, che curò anche l'edizione a stampa dei *Disegni di Leonardo Da Vinci dal 1460 al 1466*, pubblicati dal 1928 al 1940 [1].
Le campagne furono eseguite da più fotografi che, verosimilmente, viaggiarono per l'Europa trasportando attrezzatura per camera oscura e negativi vergini su vetro e pellicola. La ditta Danesi, per esempio, aveva un laboratorio interno di fabbricazione di prodotti fotosensibili e di chimiche fotografiche [2]; è dunque lecito pensare che l'impiego di materiale autoprodotto permettesse la massimizzazione del guadagno anche in viaggio. La riproduzione fotografica avveniva su lastre di grandezza tale da garantire la riproduzione 1:1 del manoscritto originale e quindi ottenere il massimo dettaglio.
All'interno dell'Archivio Vinciano si trovano anche 'lastre pellicolari' [3], pellicole piane in nitrato di cellulosa che probabilmente sono servite per il rovesciamento dell'immagine al fine di realizzare i cliché di stampa, poiché i negativi fotografici restituiscono un'immagine speculare rispetto all'originale. Le pellicole in nitrato di cellulosa usate per il rovesciamento servivano inoltre a stampare le copie positive alla gelatina bromuro d'argento rovesciate rispetto all'originale; in tal modo si riusciva a rendere leggibile la scrittura di Leonardo, ribaltandone la direzione da destra-sinistra a sinistra-destra.
Allo stato attuale la parte di archivio conservata presso il Museo Galileo comprende materiale proveniente da trentacinquesedi diverse dislocate in varie parti di Europa.

Le lastre della Commissione Vinciana come esempio di cultura materiale

La collotipia, o fototipia, è una tecnica di stampa fotomeccanica particolarmente raffinata, in quanto permette la riproduzione di immagini con ampi passaggi tonali e ricchezza di dettaglio. Per questo motivo è stata la tecnica eletta per la realizzazione facsimilare dei manoscritti di Leonardo [4].
Il materiale fotografico della Commissione Vinciana è estremamente interessante, poiché mostra i numerosi interventi manuali necessari per la realizzazione dei cliché e, di conseguenza, per l'ottimizzazione della stampa finale in collotipia. Sui negativi sono infatti visibili gli interventi di alterazione, per i quali sono state utilizzate vernici opache, probabilmente a base di Mattoleina (nitrato di cellulosa), mascherature di scontorno in carta nera o bitume, oppure in vernice rossa, oltre a maschere di contrasto realizzate con aniline e lacche semitrasparenti e, infine, interventi di sgraffio o ritocco a china e grafite. Inoltre, lungo i bordi, sulle maschere in carta o di vernice, oppure direttamente sull'emulsione gelatino-argentica, si trovano il nome del codice e il numero di carta, oltre al colore dell'inchiostro finale di stampa (per esempio 'nero', 'rosso') e alla 'pinza', vale a dire l'indicazione del lato vuoto non stampabile, perchè coperto dalle pinze della macchina di stampa, e generalmente corrispondente al lato cucitura del codice (fig. 1, 2). In alcuni casi è presente anche il timbro della stamperia Danesi, impresso direttamente sul lato emulsione.



Figura 1 e 2 Negativi di separazione Rosso e Nero con iscrizioni e maschere (Windsor 12532). Indicazioni lato pinza

Grazie alla campagna di restauro è stato possibile studiare sistematicamente le lastre e quindi sviluppare più ipotesi sul *modus operandi* delle ditte Danesi e Arti Grafiche di Bergamo, incaricate delle campagne fotografiche del 1913 e 1914. La prima ipotesi può far pensare che gli interventi sulle lastre siano stati effettuati direttamente in presenza dei manoscritti, così da avere un confronto diretto con i segni e i colori originali. Tuttavia, all'interno dell'archivio cartaceo della Commssione esistono note, lettere, disegni, nonché prove per il Visto Si Stampi, che attestano il lungo lavoro di verifica dei colori svolto dai membri della Commissione, di concerto con gli archivisti e i bibliotecari europei, custodi dei materiali leonardeschi [5]. La seconda ipotesi, invece, prevede che i fotografi abbiano annotato le condizioni dei manoscritti e poi abbiano corretto le lastre una volta tornati in Italia.

Resta il nodo della comprensione di come abbiano agito per il ribaltamento a specchio del negativo al fine di creare il cliché. Infatti, è necessario, al fine della stampa, creare il cliché esponendolo a contatto con un negativo ribaltato, in modo tale che la successiva inchiostratura del cliché ripristini il senso corretto di lettura dell'immagine, una volta riportata sul foglio finale. Per ottenere il negativo ribaltato possono essere seguite più strade; in base alla manualistica storica i fotografi avevano la possibilità di utilizzare un prisma o uno specchio in fase di ripresa, in modo tale da ottenere direttamente un negativo rovesciato. Fino all'avvento delle pellicole in nitrato, a cavallo tra Ottocento e Novecento, il metodo più adottato per ottenere il rovesciamento dell'immagine era il distacco dello strato emulsione in gelatina o collodio dal supporto vetro, grazie ad una tecnica denominata *stripping*. Un'altra possibilità era inserire nello chassis dell'apparecchio fotografico la lastra con il lato vetro verso l'obiettivo; in questo modo il piano focale doveva essere leggermente arretrato e i tempi di posa risultavano più lunghi. È lecito pensare che l'impiego di pellicole abbia favorito l'uso di questa tecnica poiché il minor spessore del supporto consente di incorrere meno nei difetti ottici dati dal passaggio della luce attraverso lo spessore di un vetro [6]. In base allo studio dei materiali presenti nell'archivio delle lastre è possibile ipotizzare che i fotografi abbiano utilizzato un interpositivo, solitamente in pellicola, dal quale siano stati tratti i negativi ribaltati, stampando a contatto il lato emulsione contro il lato supporto, anziché, come di prassi, emulsione contro emulsione, in modo tale da ottenere il negativo orientato correttamente e pronto per essere manipolato ai fini della realizzazione del cliché. Come già evidenziato, lo spessore minimo della pellicola in nitrato permette, infatti, il suo utilizzo da entrambi i lati, con una perdita di definizione minima (fig. 3). All'interno del fondo del *Codice su il volo degli uccelli* sono invece stati ritrovati due negativi in pellicola che dalle analisi FT_IR in ATR e FT_IR in riflessione possono essere ricondotti alla pratica dello stripping [7].



Figura 3. Schema di realizzazione dal disegno originale alla collotipia

I materiali presenti nell'archivio non rispondono a un criterio univoco di realizzazione ed è possibile che molti degli oggetti utili alla realizzazione dei facsimili siano andati perduti. In un caso, per esempio, sulla busta originale della Commissione Vinciana è presente un'iscrizione che attesta la mancata riconsegna della lastra da parte dei Danesi dopo la stampa. Gli interventi manuali di scontorno, mascheratura, separazione dei canali per la bicromia e la tricromia testimoniano l'alta competenza dei fotografi e fanno comprendere come fosse spiccata la componente di arbitrarietà nella restituzione dell'immagine finale in facsimile. Per esempio, ci sono casi di scontornature che vanno a coprire i margini originali delle carte fotografate, esaltando in tal modo solo il segno grafico a scapito della materialità del Codice fotografato. La presenza di numerose informazioni manoscritte, poste direttamente sulle lastre, fanno inoltre comprendere come il fotografo responsabile della correzione della lastra fosse una figura diversa da colui che realizzava il cliché.
Per avere un riferimento visivo diretto, per i disegni più belli e per le opere da stampare in tricromia, furono realizzate anche delle autocromie con scale colore di riferimento. Non espressamente richieste da capitolato, furono eseguite su iniziativa autonoma dei fotografi, poiché era l'unica tecnica fotografica a colori esistente all'epoca (figg. 4, 5). Un caso particolare è rappresentato dalla riproduzione dei disegni conservati presso la collezione grafica del Metropolitan Museum di New York: all'interno dell'Archivio Vinciano sono presenti due pellicole in acetato marcate *Eastman Kodak, Safety*; questo induce a pensare che gli scatti su pellicola in acetato siano stati commissionati direttamente al museo e poi spediti alla Commissione. Per quanto riguarda il disegno con la *Vergine in adorazione del Bambino* conservato presso il Met, è presente anche un'autocromia di formato 1:1, oltre a una busta con un foglio che reca il controllo di colore realizzato a mano, a inchiostro.



Figura 4 . Collotipia e negativo**. Figura 5** Autocromia

Lo stato di conservazione

L'archivio comprende lastre e pellicole di vari formati: il maggior numero da 10cm x 12cm a 30cm x 40cm, ma sono anche presenti lastre di grande formato, da 40cm x 50cm, da 50cm x 60cm e tre lastre da 60cm x 80cm.
I materiali sono in discreto stato di conservazione, pur essendo stati mantenuti all'interno di buste in carta Kraft, intrinsecamente acida. Sulla superficie dei fototipi si riscontra particolato coerente e incoerente, di diversa natura; tale presenza, oltre alle impronte digitali (fig. 6) e alle frequenti rotture del vetro (fig. 7), fanno pensare a una consultazione assidua nel tempo, probabilmente per motivi di studio. L'uso intenso ha provocato anche abrasioni dell'emulsione, strappi e distacchi delle mascherature in carta, nonché lacune del supporto.
A livello chimico, i deterioramenti più rilevanti sono l'ingiallimento dell'emulsione, fenomeni di ossidoriduzione e solforazione dell'argento, noti anche come 'specchio d'argento', e macchie d'uso di varia natura. In rari casi si è potuta notare la caratteristica formazione di cristalli dovuta alla lisciviazione del vetro.



Figura 6 e **7** Esempi di danni: Impronte digitali, specchio d'argento, rottura delle lastre

Compromesse sono anche le condizioni della vernice rossa *matt*, utilizzata sul lato emulsione di molte lastre per effettuare le scontornature. La vernice presenta micro-sollevamenti, distacchi e lacune (fig. 8). La diversa risposta dei materiali costitutivi alle ripetute fluttuazioni microclimatiche ha inoltre causato danni quali sollevamenti, distacchi dell'emulsione dal supporto e perdita del dato immagine. Nei casi più gravi, ampie porzioni di emulsione sono distaccate, spesso deformate e con pieghe secche (fig. 9). Si notano anche interventi di restauro pregressi, come testimoniano i tentativi di pulitura, i trasporti dell'emulsione su nuovi supporti e gli interventi sulle lastre rotte con montaggi tra vetri, a sandwich, e l'uso di nastri adesivi.
Le pellicole in nitrato di cellulosa sono in discreto stato di conservazione; limitatamente al fondo Arundel ci sono pellicole in stadio più o meno avanzato di colliquazione. In un unico caso sono state rinvenute due lastre in vetro interamente adese, a causa di una pellicola in nitrato posta in mezzo a loro, completamente colliquata (fig. 10).



Figura8. Sollevamenti della vernice rossa. **Figura 9.** Distacchi dell'emulsione e rottura del supporto vetro. **Figura 10.** Nitrato colliquato

Per quanto riguarda le autocromie, a quasi tutte manca il nastro adesivo in carta in corrispondenza del lato in cui sono presenti le scale colore. Ciò ha provocato, unitamente alla rottura del vetro di alcune di esse, l'inclusione di particolato, nonché danni a carico dell'emulsione, quali sollevamenti e, in particolare, infiltrazioni di umidità, che hanno causatola diffusione del colorante verde, notoriamente il più igroscopico fra quelli utilizzati per tingere i grani di fecola (fig. 11).
Due autocromie hanno perduto del tutto il vetro di protezione, lasciando così l'emulsione argentica esposta: su di esse, tuttavia, si notano solo piccoli sollevamenti dell'emulsione lungo i margini.



Figura 11. Autocromia. Diffusione del colorante verde conseguente all'infiltrazioni di umidità. dovute alla mancanza, su un lato, del nastro nero che sigilla il sandwich dei vetri.

Le stampe alla gelatina bromuro d'argento e le collotipie sono invece in discreto stato di conservazione, pur mostrando tracce di uso, in particolare depositi superficiali, pieghe, piccoli strappi e perdita di planarità.

Dall'esperienza didattica all'intervento di restauro

La progettazione e l'avvio del restauro sono avvenuti presso il Museo Galileo in collaborazione con l'Opificio delle Pietre Dure. In particolare, è stato organizzato un cantiere scuola in cui cinque allieve della SAF (PFP 5) hanno affrontato la messa in sicurezza della serie di lastre del Codice Arundel, trattando, in due settimane, circa 550 negativi (dall'identificazione, alla pulitura, al condizionamento in buste a quattro falde e scatole certificate P.A.T.). Le allieve sono state formate dapprima con lezioni frontali su aspetti di storia e di chimica fotografica, nonché sui principi di messa in sicurezza, per essere poi coinvolte attivamente nell'ideazione del workflow di cantiere. Gli obiettivi didattici raggiunti sono stati: riconoscere i negativi fotografici, distinguerne tipologia di emulsione e vernici superficiali, ritocchi e mascherature; imparare i principi di maneggiamento e movimentazione del materiale; saper effettuare puliture a secco e semiumide, e consolidamenti di aree non estese delle emulsioni; saper discutere di montaggi conservativi per lastre rotte; saper organizzare il tempo e lo spazio di lavoro per interventi da eseguire in serie, mantenendo concentrazione ed attenzione anche per operazioni che appaiono routinarie; infine, lavorare in team, gestendo materiali e spazi di lavoro comuni.
I materiali che necessitavano di un intervento di restauro vero e proprio, e i negativi con rotture gravi, sono stati messe da parte e affrontati successivamente. A partire da questa attività didattica, dunque, è stato attivato il cantiere di restauro, condotto in dialogo costante con l'OPD e per il quale, a seguire, si presenta la disamina delle scelte operate.
Tutti i fototipi sono stati oggetto di pulitura tramite getto d'aria controllato, pennello a setole morbide, panno in microfibra e spugne poliuretaniche (PU Sponge®). Il lato supporto delle lastre è stato trattato anche con soluzione idroalcolica (acqua demi, alcol etilico, 70:30 v/v) e alcolica (alcol etilico), prestando attenzione a non rimuovere gli eventuali ritocchi presenti. Per i sollevamenti dell'emulsione, quando didi lieve entità, si è proceduto con il consolidamento applicando a pennello gelatina di qualità fotografica, tipo B e ad alto grado Bloom [8], preparata al 2% in soluzione idroalcolica (fig. 12). Nel caso di porzioni estese di emulsioni sollevate, una soluzione normalmente adottata è il montaggio della lastra a contatto con un supporto trasparente, in modo tale da bloccare i frammenti in posizione. Tuttavia, nell'archivio delle lastre Vinciane la quantità di lastre affette da distacchi e l'estensione dei danni ha reso necessario cercare soluzioni alternative, in particolare per i grandi formati 50x60 e 60x80. Attualmente, i protocolli d'intervento sugli originali sono ancora in fase di definizione, tuttavia sono state sperimentate varie tecniche di riadesione. La prima è consistita nel preparare fogli di gelatina da inserire tra emulsione distaccata e supporto vetro, da riattivare tramite umidità o calore. Le stesse modalità di riattivazione sono state utilizzate su film di gelatina stesi a pennello direttamente sui supporti originali in vetro e lasciati asciugare prima di far riaderire l'emulsione grazie a una umidificazione selettiva, a vapore idroalcolico. In tutti i casi, risulta purtroppo difficile ottenere un'adesione perfettamente uniforme [9].
Per quanto riguarda il consolidamento della scontornatura in vernice rossa matt sono state effettuate prove di consolidamento con Funori in alcol isopropilico (Funoran Solution CTS®), Zin Shofu e gelatina in soluzioni acquose. I risultati migliori sono stati ottenuti con la gelatina applicata tramite vaporizzatore a ultrasuoni.

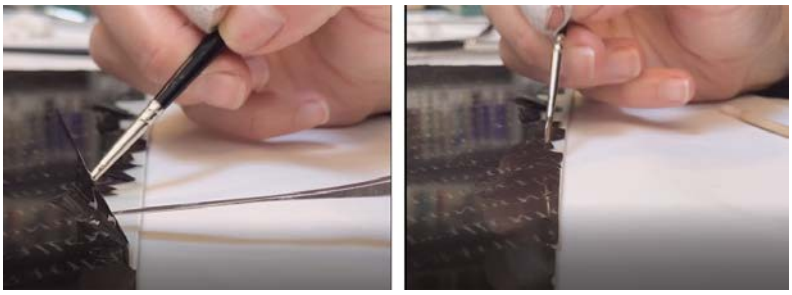


Figura 12 Pre e post consolidamento dei sollevamenti dell'emulsione

Le lastre rotte sono state inserite in un sistema di montaggio costituito da una cornice in cartone conservativo (A) dello stesso spessore della lastra, adesa grazie a un nastro biadesivo su un fondo di policarbonato trasparente (B). Il negativo originale (C) viene posizionato con il lato emulsione verso l'alto per ridurre lo stress meccanico da schiacciamento e minimizzare l'effetto elettrostatico del policarbonato. Al di sopra, è presente una cornice in cartoncino conservativo (D) che sormonta la lastra di qualche millimetro, in modo da mantenerla in sede e da garantirela sicurezza durante la manipolazione. I margini sono poi sigillati con Filmoplast P90 (E); tra il policarbonato e la lastra sono stati inoltre aggiunti triangolini di Filmoplast (F) a creare uno spessore che impedisca il contatto diretto tra il vetro originale e il policarbonato (fig. 13). Questo tipo di montaggio permette la visione unitaria delle lastre tramite un intervento di tipo fisico; la conservazione e la manipolazione devono, comunque, essere necessariamente effettuate in orizzontale (figg.14, 15, 16).

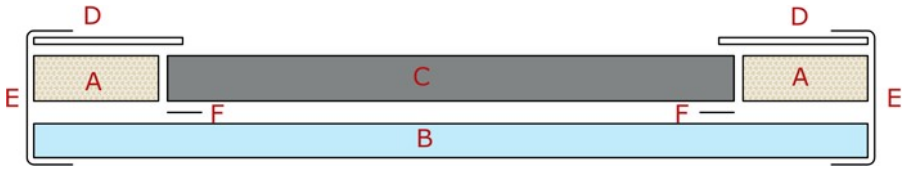


Figura 13. Sezione stratigrafica del montaggio

Dove ritenuto necessario, i frammenti sono stati distanziati tramite linguette in Mylar piegate a S e inserite tra la lastra e il policarbonato, in modo da evitare il contatto fra le parti rotte e minimizzare il rischio di sfregamento. I sollevamenti dell'emulsione lungo le linee di rottura sono stati consolidati con gelatina fotografica al 4% in soluzione idroalcolica. La stessa gelatina è stata impiegata anche per creare una debole adesione tra le parti delle lastre gravemente frammentate.
I montaggi sono stati realizzati, in modo tale da poter condizionare i negativi in buste a quattro falde di formato standard, per esempio, i negativi 13x18 sono stati inseriti in montaggi che raggiungono il formato 18x24. Tra le lastre più grandi è stato inserito anche un cartoncino ondulato Momboard, da utilizzare come sostegno per la movimentazione.



Figure 14, 15, 16 Lastra rotta, montaggio in luce riflessa e in luce trasmessa

Conclusioni

Allo stato attuale, le lastre fino al formato 24x30 sono condizionate in buste a quattro falde, poste verticalmente all'interno di scatole conservative, mentre quelle di formato superiore e le lastre rotte sono conservate, sempre in scatole, ma in piano.. La digitalizzazione e la catalogazione permetteranno la fruizione da remoto, attraverso un sito dedicato, la cui architettura è in fase di definizione ad opera del Museo Galileo.
Grazie alla collaborazione instaurata fra gli enti coinvolti [10], il restauro è stato anche l'occasione per approfondire lo studio dell'Archivio delle lastre della Commissione Vinciana da un punto di vista storico artistico, nonché sotto il profilo tecnico scientifico, permettendo così di continuare a indagare la produzione dei facsimili leonardeschi e la cultura materiale che li ha prodotti

NOTE

[1] Per una storia estesa della Commissione Vinciana si veda: Laurenza Domenico, De Pasquale Andrea (a.c.), *Svelare Leonardo: i codici, la Commissione vinciana e la nascita di un mito nel Novecento*, Firenze, Giunti, 2019, in particolare i contributi di De Pasquale Andrea, *Le prime riproduzioni dei codici e disegni leonardeschi a cura della Commissione Vinciana e la ditta Danesi*, p. 27-36 e Bernardoni Andrea, *Manoscritti di vetro*, p. 51-59
[2] all'interno di un *Bullettino della Società Fotografica Italiana* è descritto l'iter produttivo seguito dallo stabilimento Danesi. Si veda Loria Lamberto, pp. 381 – 385, 1904
[3] Nella letteratura storica sono citati processi per il distacco delle pellicole dal supporto vetro (*stripping*) così come 'lastre pellicolari' adatte ad essere usate direttamente per la fototipia. Vedi Clerc Louis Philippe, 1937, pp. 323-329 e Muffone Luigi, 1887, p. 30, Bargagli G., 1895, pp.73-80
[4] La collotipia può essere considerata una variante del processo litografico ed è stata utilizzata dal 1855 fino a epoca recente, quando è stato messo al bando l'utilizzo del bicromato di potassio come indurente della gelatina. Il cliché collotipico si realizza stendendo della gelatina bicromatata, poi esposta alla luce attraverso un negativo fotografico; le aree che ricevono luce diventano insolubili per reticolazione della gelatina. In tal modo, dopo uno 'spoglio' in acqua per eliminare la gelatina non indurita, si forma un'immagine in gelatina a rilievo, sulla quale, quando umida e dunque parzialmente rigonfiata, l'inchiostro grasso può aderire.
[5] Laurenza Domenico, *Fotografie e disegni originali: il controllo dei colori*, in *Svelare Leonardo* (*op.cit*.), pp. 70-77.
[6] Schnauss, Julius, *Collotype and Photo-Lithography*, Londra, Iliffe and son, 1889.
[7] Presso il laboratorio scientifico dell'Opificio delle Pietre Dure sono state eseguite analisi in spettrofotometria infrarossa FT-IR in ATR, utilizzando un apparecchio THERMO "IS50"™ (software "OMNIC" ™ v. 9.0) con modulo ATR e FT-IR in riflessione, utilizzando lo spettrometro ALPHA Brucker (software OPUS) con range spettrale 400-7000 cm-1, risoluzione 4 cm-1, background su oro, 100 scansioni, area di misura 4 mm. Le analisi hanno confermato la natura di nitrato di cellulosa per la qusi totalità delle pellicole. Due pellicole del fondo "Codice del volo degli Uccelli" sono risultate essere di solo materiale proteico, dunque riconducibili alla pratica dello *stripping*.
[8] Gelatina *Ferrania Blend* prodotta da Rousselot, 235-273 gradi Bloom.
[9] Ispirandosi al lavoro di tesi di Dominique Viars presentata all'Institut Nationale du Patrimoine nel 2001, dal titolo *Etude de douze plaques de verre négatives au gélatino-bromure d'argent verinies présentant de soulèvements de l'émusion, réalisées par l'Atelier Nadar dans les années 1880-1886*, sono stati preparati fogli di gelatina a diversi gradi Bloom, riattivati tramite vaporizzazione diretta e indiretta, a ultrasuoni, Gore-tex e e calore (40°C) tramite termocauterio. Nel caso del film precollato ottenuta a partire da una stesa di gelatina a pennello, la riattivazione è avvenuta, oltre alle modalità già citate, anche con l'umidificazione idroalcolica (20-80 V/V) direttamente sull'emulsione facendola aderire con una spatola in silicone.
[10] Si ringraziano il soprintendente OPD, dott. Marco Ciatti e la dott.ssa Cecilia Frosinini (Direttrice del Settore Materiali cartacei e mebranacei) per aver promosso la collaborazione con il Museo Galileo, il dott. Andrea Cagnini del Laboratorio scientifico OPD per le analisi, il prof. Paolo Galluzzi, Direttore del Museo Galileo e il dott. Andrea Bernardoni, ricercatore presso il Galileo, per l'estrema disponibilità e competenza.

BIBLIOGRAFIA

1. Bargagli G., *G. Balagny, I procedimenti con pellicole e le loro applicazioni alle stampe con inchiostri grassi***,** in in *Bullettino della Società fotografica italiana*, Tipografia Landi, anno VII Disp. 4, Firenze, Aprile 1895, pp.73-80
2. Arrighi Vanna, Bellinazzi Anna, Villata Edoardo (a.c.), *Leonardo da Vinci. La vera immagine. Documenti e testimonianze sulla vita e sulle opera*, catalogo della mostra (Firenze, Archivio di Stato 19 ottobre 2005 – 28 gennaio 2006), Giunti, Firenze, 2005
3. Clerc Louis Philippe, *Varnishing, stripping, numbering*, in *Photography: theory and practice*, trad ingl. Brown George (a.c.), Pitman & Sons, Londra,1937
4. Galuzzi Paolo (a. c.), L'acqua microscopio della Natura. Il Codice Leicester di Leonardo da Vinci, catalogo della mostra (Firenze, Galleria degli Uffizi 30 ottobre 2018 – 20 gennaio 2019), Giunti, Firenze, 2018.
5. Loria Lamberto, *Una visita allo stabilimento Danesi*, in *Bullettino della Società Fotografica Italiana,* anno XVI, Società fotografica italiana, Firenze, 1904, pp. 381 – 385
6. Laurenza Domenico, De Pasquale Andrea (a.c.), *Svelare Leonardo: i codici, la Commissione vinciana e la nascita di un mito nel Novecento*, Giunti, Firenze, 2019
7. Lavédrine Bertrand, Gandolfo Jean-Paul, *The Lumière Autochrome, History, Technology, and Preservation*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2013
8. Muffone Giovanni, *Come il sole dipinge, Fotografia per i dilettanti,* Hoepli, Milano, 1925
9. Namias Gian Rodolfo, *La fotocollografia alla portata di tutti : manuale pratico di fotocollografia (comunemente detta fototipia) destinato a permettere a chiunque l'applicazione del processo direttamente o per trasporti su pietra*, Progresso fotografico, Milano, 1902
10. Schnauss, Julius, *Collotype and Photo-Lithography*, Iliffe and son, Londra, 1889
11. Viars Dominique, *Etude de douze plaques de verre négatives au gélatino-bromure d'argent vernies présentant de soulèvements de l'émulsion, réalisées par l'Atelier Nadar dans les années 1880-1886*, tesi di laurea INP, Parigi, 2001
12. Viars Dominique, *Analyse et conservation-restauration des négatifs au gélatino-bromure d'argent vernis sur plaque de verre présentant un soulèvement de l'image*, in *Support/Tracé*, Arsag, Parigi, 2002, pp. 33-39

HANJI E LE SUE APPLICAZIONI NEL RESTAURO DELLA FOTOGRAFIA. EVOLUZIONE DI UNA RICERCA

Federica Delia*, Barbara Cattaneo**

*Restauratrice libera professionista, Roma, tel. 3396089175, info@federicadelia.com
** Restauratrice, Opificio delle Pietre Dure, viale Filippo Strozzi, 1, 50129 Firenze, tel. 0552625442, barbara.cattaneo@beniculturali.it

Abstract

Con il presente contributo si intendono presentare le sperimentazioni applicative più recenti sull'uso delle carte *hanji* per il restauro fotografico. La ricerca è stata avviata nel 2014, in occasione delle celebrazioni del 130° anniversario delle relazioni bilaterali tra Corea e Italia, grazie a un corso di formazione professionale tenutosi a Milano e rivolto a restauratori europei *mid career* che mirava a sviluppare una migliore comprensione delle proprietà fisiche della *hanji*, la carta di gelso prodotta tradizionalmente in Corea, nonché del suo potenziale per la conservazione del patrimonio culturale su supporto cartaceo.
La *hanji* è stata impiegata per il restauro di opere cartacee inizialmente in Asia ed in tempi più recenti è stata adottata negli Stati Uniti accanto ad altre carte orientali. Negli ultimi anni è stata introdotta anche in Europa attraverso un'attività di promozione e conoscenza che ha previsto collaborazioni con istituti di ricerca pubblici e privati, oltre all'organizzazione di corsi. Proprio a seguito di un corso, quello milanese, i partecipanti hanno formato il Gruppo 130°, con lo scopo di esaminare più a fondo le caratteristiche specifiche che rendono la *hanji* un materiale utile per la conservazione di una vasta gamma di manufatti, tra i quali libri, opere grafiche antiche e contemporanee, fotografie. La ricerca ha prodotto risultati scientifici che ne hanno confermato la qualità e che sono stati successivamente divulgati a livello nazionale ed internazionale dallo stesso Gruppo 130°.
All'interno del gruppo di restauratori, le autrici del presente contributo si sono concentrate in particolare sulle proprietà fisiche ed estetiche della carta coreana, in particolare quando applicate al campo della conservazione delle stampe fotografiche. Oggi si propone dunque di presentare l'evoluzione di questa lunga ricerca, mostrando sinteticamente i risultati diagnostici precedenti e discutendo i test applicativi già effettuati o tutt'ora *in progress* sui materiali fotografici. A tal fine, è stato operato un confronto fra la *hanji* ed altre carte, sia prodotte a mano in Oriente ed Occidente, sia prodotte industrialmente, evidenziandone le differenze non solo in termini di utilità per i trattamenti temporanei, ad esempio come alternativa al tessuto non tessuto durante i trattamenti con solvente, oppure per l'inumidimento selettivo e lo spianamento, ma anche in termini di uso per trattamenti permanenti, in particolar modo per la compensazione delle lacune, la foderatura e il montaggio delle stampe fotografiche. Saranno inoltre discusse le qualità chiave della *hanji*, come il colore, la flessibilità, l'orientamento e la lunghezza delle fibre, ed infine la trasparenza, sia per quelle prodotte su telai tradizionali coreani (*oebal*), sia "alla giapponese" (*ssangbal*), nonché le risposte all'acqua o altri solventi, agli adesivi e ai colori usati di prassi per le integrazioni cromatiche.
Al fine di garantire la validità del metodo sperimentale e produrre risultati comparabili, per i test sono stati utilizzati sia campioni, sia fotografie originali provenienti da collezioni di istituzioni, tra le quali la Società Geografica Italiana e la Bibliotheca Hertziana - Max-Planck Institute for Art History.

Introduzione

Il restauro dei positivi fotografici condivide con il restauro cartaceo molte tecniche d'intervento, nonché tipologie di materiali impiegati. Tuttavia, la natura stratigrafica delle opere rappresenta un fattore di difficoltà d'intervento che obbliga a soluzioni ponderate. Avere un'ampia possibilità di scelta fra i materiali da impiegare rappresenta dunque una risorsa, soprattutto per il settore fotografico. Per esempio, in campo fotografico, per le operazioni di risarcimento delle lacune, le carte impiegate possono variare moltissimo, dalle carte fotografiche (carte baritate o con *overcoat*), alle carte industriali adatte al condizionamento archivistico (carte P.A.T., a pH neutro o con riserva alcalina), ma soprattutto alle carte orientali, grazie alla flessibilità, alla lunghezza delle fibre, al tono neutro e all'assenza della forte direzione di fibra tipica della carta prodotta industrialmente. Tali caratteristiche sono state dunque prese in esame dal Gruppo 130° al fine di operare un confronto fra carta coreana e carta giapponese, con lo scopo di allargare il ventaglio di scelta di materiali utilizzabili per le operazioni di restauro. É importante sottolineare che *hanji* e *washi* sono parole composte da etnonimi che rappresentano il luogo (Han-, Wa-) e l'oggetto carta (-ji, -shi), si possono dunque tradurre come carta coreana e

carta giapponese, non si tratta di un *brand*. Le carte prese in esame sono ricavate dalle fibre di gelso endemico coreano (*chamdak*) e giapponese (*kozo*).

Il processo di manifattura della carta di gelso coreana

La carta prodotta nel metodo coreano, denominata *hanji* **[1],** è espressione di una tradizione millenaria che risale al VI secolo d.C., quando l'invenzione cinese si diffuse fino in Giappone attraverso l'attuale penisola coreana. Acquisita la tecnica, in Corea il metodo è andato via via standardizzandosi, individuando nelle fibre del gelso della specie *Broussonetia papyrifera* o *kazinoki* (in coreano *dak*) la materia prima per eccellenza **[2]**, la stessa utilizzata tra altre specie vegetali in Giappone per la produzione della *washi*.
La raccolta del gelso avviene generalmente durante l'inverno, da novembre a febbraio, quando la pianta ha perso tutte le sue foglie e si presenta come un arbusto spoglio alto circa 3 metri.
I fusti vengono tagliati a una distanza di circa 10-15 centimetri dalla base della pianta per favorire una più rapida rigenerazione e garantire il raccolto l'anno successivo. Quindi vengono riuniti in fasci e subiscono una prima cottura al vapore (*dakmuji*) alla temperatura di 100°C per circa 5 ore, dopo la quale la corteccia ammorbidita può essere facilmente rimossa dal tronco.
La corteccia è composta da uno strato più esterno scuro (*heukpi*) e uno più interno chiaro (*baekpi*). Per fabbricare la carta lo strato più esterno viene rimosso manualmente con l'utilizzo di un coltello (*dakkal*) fino a separare completamente la fibra bianca più interna, che sarà poi immersa alla temperatura di 100°C per circa un'ora in un bagno alcalino (*jeunghae*), generalmente ottenuto aggiungendo all'acqua ceneri di vario tipo (steli di grano saraceno, cotone, paglia di riso, peperoncino, artemisia, ecc.). Questa operazione è volta ad ottenere la rimozione del materiale non fibroso eventualmente presente (fig. 1).
La polpa così trattata viene successivamente risciacquata per eliminare ogni impurità e infine è sottoposta alla battitura (*gohae*) con lunghe mazze di legno per circa 30 minuti per separare le fibre (fig. 2).



Figura 1. Le fibre dopo la bollitura nel bagno alcalino.



Figura 2. L'operazione di battitura delle fibre.

Contemporaneamente alla cottura dell'impasto fibroso viene eseguita l'estrazione della mucillagine dalle radici della pianta di Ibisco (*Hibiscus manihot*) da utilizzarsi come agente dispersante nella vasca di formazione dei fogli di carta. La mucillagine (*hwangchokgyu* in coreano e *tororo aoi* in giapponese) ha lo scopo di mantenere le fibre in sospensione nell'acqua, garantendone una più omogenea disposizione nella vasca durante l'operazione di pescaggio della polpa attraverso l'immersione del telaio.
In Corea sono diffusi due metodi di formazione del foglio: quello tradizionale coreano, chiamato *oebal*, che prevede l'utilizzo di un telaio da impugnarsi alle estremità del lato corto e da oscillare lateralmente, entrando e uscendo ripetutamente dalla vasca di pescaggio, e infine da sollevare lasciando scivolare l'acqua in eccesso nella direzione del lato lungo (fig. 3). Le fibre si dispongono sul tappetino flessibile in bambù, anche intrecciandosi, generalmente senza un preciso orientamento. Il secondo metodo, di importazione, è denominato *ssangbal* e corrisponde alla tecnica giapponese del *nagashizuki*. Il telaio utilizzato in questo caso è lo stesso impiegato in Giappone, con una impugnatura sul lato lungo che impone l'immersione nella vasca lungo il lato corto (fig. 4).
La tecnica prevede un primo pescaggio della polpa e quindi l'esecuzione di movimenti oscillatori paralleli al piano del telaio, al di fuori dalla vasca, al fine di distribuire le fibre omogeneamente sul tappetino. L'acqua in eccesso viene infine rimossa con un movimento finale rapido e deciso verso l'alto del margine del telaio opposto all'operatore.
La forma differente del telaio dunque impone movimenti molto diversi tra un metodo e l'altro, producendo una carta con caratteristiche differenti, specialmente nella distribuzione e nell'orientamento delle fibre nel foglio.
Via via che vengono formati, i fogli sono impilati uno sull'altro e interfoliati con un filo di nylon (*begae* o *begaetmeori*) che ne agevolerà la separazione a seguito della pressatura. Il passaggio sotto pressa punta a rimuovere la maggior parte dell'acqua e velocizzare l'asciugatura. Appena umidi i fogli sono pronti per

l'asciugatura che può avvenire su tavole di legno al sole oppure per essiccazione su lastre metalliche riscaldate, come avviene per la carta *washi*.



Figura 3. La formazione del foglio nel metodo *oebal*.



Figura 4. La formazione del foglio nel metodo *ssangbal*.

Un'altra particolarità del processo di fabbricazione coreano è l'operazione di calandratura (*dochim*), che può essere effettuata manualmente con mazzuoli, oppure con l'utilizzo di attrezzature semi-automatiche dotate di grossi martelli in legno. La calandratura fornisce al foglio maggiore compattezza e rende la sua superficie più lucida. A questo punto il processo è concluso e la carta è pronta per l'uso. **[3]**

Il Gruppo 130°. Analisi e sperimentazione

Il Gruppo 130°, annunciato in occasione del centotrentesimo anniversario degli accordi bilaterali fra Corea e Italia, si è costituito a seguito di un corso sull'uso della *hanji* tenutosi presso la Biblioteca Trivulziana di Milano e condotto da Minah Song. Formato da dieci restauratori *mid career* provenienti da istituzioni pubbliche e private italiane, spagnole e francesi, si è prefisso di testare la carta *hanji* e compararla alla *washi*. I risultati sono stati presentati in più occasioni in Italia, mentre all'estero sono stati proposti in occasione della conferenza "Adapt and Evolve 2015" a Londra e alla Conferenza triennale del Gruppo di lavoro per i materiali fotografici di ICOM-CC tenutosi ad Amsterdam nel 2016. La ricerca, condotta in modo indipendente, si è avvalsa di InnovHub **[4]** di Milano per ottenere una valutazione qualitativa attraverso indagini chimico-fisiche su una selezione di carte coreane e giapponesi con caratteristiche comparabili **[5]** (fig. 5).

ITEM NO.	CHARACTERIZATION
HANJI 1101	12 g/m². Dim.660 x 930 mm – 100% Cham Dak- hand made – method Ssang Bal, drying wood – ph neutral
HANJI 1201	13 g/m². Dim.660 x 930 mm – 100% Cham Dak- hand made – method Ssang Bal, drying wood – ph neutral - laid
HANJI 1303	19 g/m². Dim.660 x 930 mm – 100% Cham Dak- hand made – method We Bal, drying wood – ph neutral - laid
HANJI 1308	19 g/m². Dim.660 x 930 mm – 100% Cham Dak- hand made – method Ssang Bal, drying wood – ph neutral

ITEM NO.	CHARACTERIZATION
HANJI 1401	25 g/m². Dim.660 x 930 mm – 100% Cham Dak- hand made – method We Bal drying wood – ph neutral - laid
HANJI ROLL	30 g/m². Dim. 91 cm x 30 mt - 80%mulberry+20%pulp, machine made
K43	29 g/m². Dim.560x930 mm – 100% kozo – hand made – drying steel - ph neutral - Laid
K35	18 g/m². Dim.620x980 mm – 100% kozo – hand made – drying steel - ph neutral - laid

Figura 5. La selezione dicarte analizzate.

lowest value highest value attention value

SAMPLE	COMMERCIAL GRAMMAGE g/m²	GRAMMAGE CHECKED g/m²	THICKNESS CHECKED (µ) (ISO 534)	COMMERCIAL pH	pH CHECKED: AQUEOUS EXTRACT ISO 6588-2
HANJI 1303	19	22.2	70.9	NEUTRAL	7.55
HANJI 1308	19	17.9	66.9	NEUTRAL	8.61
HANJI 1401	25	27.2	70.9	NEUTRAL	7.28
HANJI ROLL	30	29.4	85.3	NEUTRAL	8.62
K45	29	25.9	85.3	NEUTRAL	8.38
K35	18	15.4	57.5	NEUTRAL	8.42

Figura 6. Risultati delle analisi.

Le analisi hanno permesso di determinare grammatura e spessore delle carte, il pH tramite estrazione acquosa, il grado di bagnabilità (angolo di contatto), l'ascensione capillare (metodo Klemm), la resistenza alla trazione a secco e dopo l'immersione in acqua, il grado di bianco (standard CIE D65/10), la determinazione di ruvido e permeabilità dell'aria (metodo Bendtsen). I risultati analitici hanno validato la comparabilità delle carte coreane e giapponesi per il restauro, entrambe sono risultate essere di alta qualità e durabilità **[6]** (fig. 6). Tuttavia, durante la sperimentazione applicativa del Gruppo 130° sono state evidenziate alcune differenze morfologiche che rendono le carte più o meno adatte alle operazioni di restauro; in particolare, la formazione del foglio che nelle *hanji* avviene tramite telaio tradizionale coreano (*oebal*) o "alla giapponese" (*ssangbal)*, e lo spessore delle carte *oebal* che è dato dalla sovrapposizione di più fogli, non dalla maggiore concentrazione di dispersione cellulosica nel tino, come avviene per la *hanji ssangbal*.
I test applicativi sono stati effettuati su *mock-ups* e successivamente su originali individuati come casi studio, su un'ampia scelta di su opere in piano e tridimensionali, cartacee, membranacee, librarie e fotografiche, di varia

provenienza, occidentale, mediorientale, orientale, in particolare oggetti in carta indiana e araba. Per quanto riguarda la fotografia, durante la prima fase della ricerca (2014-2015) sono state individuate delle albumine **[7]**, mentre in quella più recente è stato dedicato spazio alle carte baritate. Inoltre, sono stati presi in considerazione i processi fotografici che hanno una sensibilità particolare alle escursioni di pH, in particolare le cianotipie e le platinotipie. Il gruppo 130° ha analizzato l'applicazione delle carte sia per uso temporaneo, per operazioni quali la velatura temporanea sul rectofolio, o come supporto libero durante le operazioni umide e per l'interfoliazione durante spianatura e pressatura, sia per uso permanente, dunque per la sutura degli strappi, il risarcimento delle lacune, la foderatura e il montaggio (falsi margini, brachette, ecc.). Sono state inoltre valutate le qualità delle carte in termini di resistenza allo strappo e facilità di sagomatura, tonalità, opacità, risposta agli adesivi e ai colori per le integrazioni cromatiche. Le valutazioni individuali dei restauratori sono state raccolte somministrando dei *Google Forms* per ognuno dei temi trattati. I risultati statistici hanno confermato che *washi* e *hanji* sono entrambe carte versatili e adottabili per un ampio spettro di operazioni. In particolare, le *hanji* sono risultate più trasparenti rispetto alle *washi* analizzate, hanno fibre lunghe e resistenti, con una direzione di fibra non accentuata e rispondono bene all'applicazione di adesivi, sia per le operazioni di sutura e compensazione, sia quando usati come sottostrato per l'integrazione pittorica.

Applicazione per uso temporaneo e uso permanente

Per quanto riguarda il restauro fotografico, i test sono stati condotti sia su campioni realizzati ex novo, sia su opere individuate nelle collezioni personali delle autrici. I primi test condotti si sono concentrati sulla reversibilità delle operazioni. Strisce di *hanji* 1303, 1308, 1101 e *washi* K35 sono state incollate con due eteri di cellulosa, il Tylose MH300P2 in acqua al 2%, 4%, 6% e il Klucel G in alcol etilico al 4% e 6%, e una colla vinilica a base d'acqua, l'Eva Art prodotta da CTS. Le strisce sono state incollate su supporti in carta e cartone e, a distanza di tre mesi, sono state rimosse a secco, con vapore freddo a ultrasuoni e con penna ad acqua (fig. 7). La 1308, la 1101 e la K35 sono rimaste compatte durante il distacco, mentre la 1303 (*oebal*) si è sfogliata, poiché il suo spessore è determinato dalla sovrapposizione perpendicolare di due fogli. Il foglio rimasto adeso al cartone è stato rimosso in un secondo tempo senza ulteriori problemi. La particolarità della carta 1303 ha spinto a realizzare un altro test ispirato al montaggio a T delle opere cartacee e fotografiche sotto passepartout, una delle tipologie di montaggio più comuni. Per testare l'allungamento e l'adesività, sono state preparate strisce di 1303 e K35 e montate a "T" con Tylose MH300P al 4%, in acqua, su un cartone Canson. In fondo alle strisce sono stati agganciati dei pesi da 24.5 gr, 43 gr, 60 gr, non vincolati al supporto, in modo tale da muoversi liberamente con le correnti d'aria presenti nell'ambiente e da rispondere alle variazioni termoigrometriche. Le strisce sono state allineate con un segno a matita, in modo tale da registrare gli eventuali allungamenti. Dal 2014 al 2019 non ci sono stati distacchi né allungamenti, soltanto la striscia K35 con peso da 60 gr ha mostrato un leggero imbarcamento verticale a U dovuto alla trazione. Si è notato inoltre che l'impasto fibroso disomogeneo della 1303 ha raccolto maggiormente polvere rispetto alla K35, dalla superficie più compatta e regolare (fig. 8). Altri test sull'uso temporaneo hanno riguardato l'impiego delle carte come interfoliazione e velatura temporanea nel caso in cui si debba separare una fotografia dal suo supporto secondario. Nel nostro caso, abbiamo applicato del gel rigido di gellano al 3% su carte de visite all'albumina, utilizzando *hanji* e *washi* come barriera protettiva tra gel e fototipo. Poiché il deterioramento tipico delle albumine implica una *cracquelure* a carico del legante, esiste il rischio che restino residui di fibre o di gel aggrappati alla superficie. Al termine dei distacchi, le carte sono rimaste compatte e con l'osservazione allo stereomicroscopio non sono stati rilevati residui.
Per quanto riguarda l'uso permanente, *hanji* e *washi* sono state confrontate eseguendo velature indirette di supporto di albumine, dunque con Tylose MH300P2 al 4% in acqua applicato alle carte orientali e poi fatte aderire alle fotografie leggermente inumidite tramite Gore-tex. Dopo il riposo sotto peso è stato verificato che l'aspetto superficiale non avesse subito variazioni e che la direzione di fibra non causasse tensioni. La naturale tendenza delle albumine a imbarcarsi è stata contrastata dall'applicazione della carta con direzione di fibra perpendicolare alla direzione di gondolamento. In generale, le carte fatte a mano non hanno una forte direzione di fibra, tuttavia il basculamento dei telai tradizionali utilizzati per la formazione dei fogli provocano addensamento e orientamento fibroso, sia per le carte occidentali, sia per quelle orientali. Da questa considerazione è nata l'idea di testare le *hanji* 1303 (*oebal*) e 1308 (*ssangbal*) per realizzare le velature degli strappi, perché equiparabili come grammatura, ma formati diversamente. In particolare, la 1303 è costituita da due fogli sovrapposti perpendicolarmente alla direzione di fibra. Sono state selezionate quattro carte fotografiche di formato 20cm x 30cm, una baritata alla gelatina bromuro d'argento (Ilford), una politenata alla gelatina bromuro d'argento (Agfa), una baritata non emulsionata (Adox) e una carta fotografica inkjet (Krauss), alle quali sono stati praticati strappi e tagli sui lati e al centro, poi suturati con strisce di 1308 e 1303 tagliate ad acqua lungo la direzione prevalente di fibra, facendole aderire con Culminal MC2000 preparato in acqua al 6% e poi diluito al 50% in alcol etilico. I tagli e gli strappi sono stati posizionati in modo tale da da poter riproporre sullo

stesso campione un numero di suture sufficienti in direzione di fibra e controfibra (figg. 10 e 11). Dopo l'asciugatura sotto peso, i campioni sono stati messi in cella di umidificazione all'80% di umidità relativa per 8 ore e successivamente in stufa al 50% di U. R., a 40°C, per 20 giorni. Al termine dello stress termoigrometrico, le velature sono rimaste tutte in posizione. Le carte baritate presentavano un leggero gondolamento contrastato dalle strisce di sutura. La carta politenata e la inkjet sono rimaste perfettamente planari, mentre le strisce di carta *hanji* si sono sollevate in rari punti, limitatamente agli angoli.

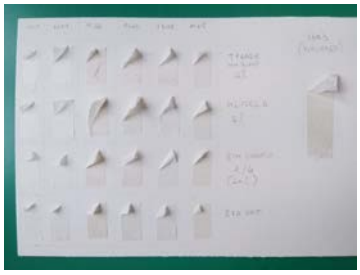


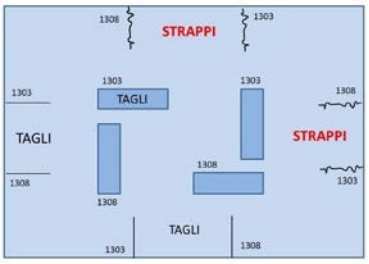
Figura 7. Test di reversibilità.



Figura 8. Pesi applicati ai montaggi a T.



Figura 9. Invecchiamento di cianotipie.



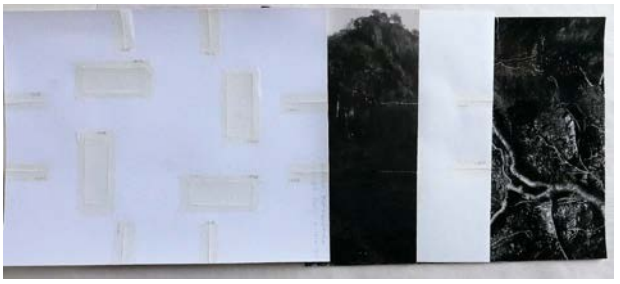


Figure 10 e 11. Confronto fra *oebal* e *ssangbal:* schema dei tagli e strappi; campioni dopo l'invecchiamento**.**

Hanji e *washi* si prestano inoltre ad essere usate come materiale per interfoliazione e protezione di beni culturali. Grazie alla loro morbidezza e alla stabilità planare, risultano particolarmente adatte a proteggere gli oggetti fotografici, specialmente quando montati su supporto, per esempio in album. Poiché le *hanji* sono tendenzialmente alcaline, per via di calcio, magnesio e potassio provenienti dalla lisciviazione delle fibre con cenere vegetale e per l'ulteriore calcio residuo proveniente dalle acque di fabbricazione, l'interfoliazione di cianotipie e platinotipie, tecniche particolarmente sensibili alle variazioni di pH, viene idealmente sconsigliato. Come primo approccio alla comprensione dell'uso della *hanji* per la conservazione preventiva di materiali sensibili alle variazioni di pH sono stati eseguiti test su campioni di cianotipie, ponendo a contatto le *hanji* 1401, che ha pH 7.3, dunque prossimo alla neutralità, e la 1308, dal pH tendenzialmente alcalino, circa pH 8.6 (fig. 8). I campioni sono stati messi in cella di umidificazione a U.R. 80% e, successivamente, in stufa a 40°C e U.R. 50%), senza osservare variazioni cromatiche al termine del trattamento. Sono tuttavia necessarie ulteriori indagini di validazione secondo norme ISO che non competono al presente studio.

5. Casi studio

Ad integrazione dei test su campioni di fotografie e per garantire la validità del metodo sperimentale e produrre risultati confrontabili, la sperimentazione è stata effettuata anche su materiale fotografico originale. Gli esemplari sono stati selezionati tenendo conto del processo fotografico e del tipo di degrado che mostravano, sia da collezioni private che di istituti culturali.
Il primo caso preso in esame è una stampa dei Fratelli D'Alessandro, che rappresenta un dettaglio del Monumento funebre a Clemente XIII, opera di Antonio Canova eretta in Vaticano all'interno della Basilica di S. Pietro. La stampa presentava due lacune in corrispondenza degli angoli inferiori e la sua leggibilità risultava in parte alterata e compromessa a causa dell'adesione di due ritagli in carta sugli angoli superiori. Mostrava inoltre le tipiche ondulazioni delle stampe all'albumina non montate su supporto secondario, dovute alla tensione superficiale dello strato del legante sul lato emulsione e alla sottigliezza della carta.
Per il restauro di questo fototipo sono state confrontate le *hanji* 1401 e 1303 sull'angolo inferiore sinistro e carte *washi* di simile spessore sull'angolo inferiore destro, eseguendo poi la reintegrazione pittorica con acquerello e un *coating* di finitura della carta da restauro con uno strato di Klucel G al 2% in alcol etilico. Nella parte bassa dei risarcimenti, in entrambi i casi, non è stato effettuato alcun ritocco per poter osservare le differenze di colore

naturale delle due carte (leggermente più chiaro nel caso della *hanji*). Sia la *hanji* che la *washi* si prestano bene al restauro delle stampe all'albumina, sebbene risultino entrambe più trasparenti della carta fotografica (figg. 12-14).



Figura 12. Prima del trattamento.



Figura 13. Dopo il risarcimento.



Figura 14. Dopo la reintegrazione cromatica.

Un secondo esempio di utilizzo della *hanji* per il risarcimento di lacune a confronto con altre carte è stato realizzato su due stampe alla gelatina ai sali d'argento appartenenti alle collezioni della Fototeca della Bibliotheca Hertziana – Istituto Max-Planck per la Storia dell'Arte e risalenti alla II Guerra Mondiale, quando in Italia furono eseguite estese campagne fotografiche delle opere d'arte. In particolare, queste stampe raffigurano due elementi decorativi del Monumento funebre di Maria d'Aragona della Chiesa di Monteoliveto (anche detta di Sant'Anna dei Lombardi) di Napoli che subì numerosi danni durante i bombardamenti alleati. Le stampe sono state montate su supporto secondario durante gli anni '60-'70 del Novecento.



Figura 15. Prima del trattamento.



Figura 16. Dopo il risarcimento.



Figura 17. Dopo la reintegrazione cromatica.



Figura 18. Prima del trattamento.



Figura 19. Dopo il risarcimento.



Figura 20. Dopo la reintegrazione cromatica.

Per la stampa bh145906 (figg. 15-17) è stata utilizzata la *hanji* 1401, mentre per la bh145907 (figg. 18-20) le lacune sono state risarcite con carta Duralong prodotta a macchina e testata PAT. Entrambi i risarcimenti sono stati successivamente trattati con uno strato di barite ed è stata eseguita una reintegrazione cromatica a pastello ed acquerello. La *hanji* si presentava leggermente più gialla e dalla superficie naturalmente più ruvida. Tuttavia, dopo l'applicazione dello strato di barite, la reintegrazione cromatica e la finitura con Klucel G, il risultato è apprezzabile. La carta a macchina, invece, appariva eccessivamente bianca ma più liscia. Pur partendo da aspetti differenti le due carte, opportunamente trattate, offrono entrambe buoni risultati. Per lacune più estese la *hanji*, grazie alle sue fibre lunghe e alla elevata resistenza, potrebbe essere consigliabile.

L'applicazione della carta coreana è risultata utile ed efficace anche per il restauro di collage, come dimostra il prossimo esempio. Si tratta di uno delle serie di album fotografici di proprietà dell'Archivio fotografico della Società Geografica Italiana, confezionati dal geografo esploratore Giotto Dainelli a seguito di una delle sue esplorazioni scientifiche nel Karakorum. In questa tipologia di album le stampe alla gelatina ai sali d'argento si presentano spesso assemblate a creare panorami e ampie vedute montane.
Per il nuovo assemblaggio è stata utilizzata la *hanji* 1303 (grammatura 19 g/m^2) adesa al verso con colla mista di amido Zin Shofu e Tylose MH300P2 al 4% in acqua. La carta coreana si è dimostrata resistente e flessibile alla piega e lo strato aggiunto aumenta impercettibilmente lo spessore del collage (figg. 21-23).

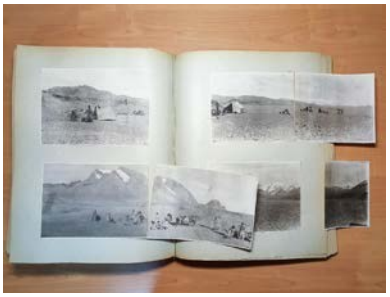


Figura 21. Prima del montaggio.

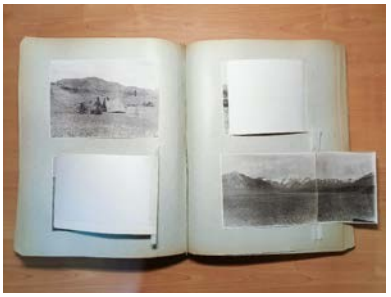


Figura 22. Durante l'applicazione della hanji.

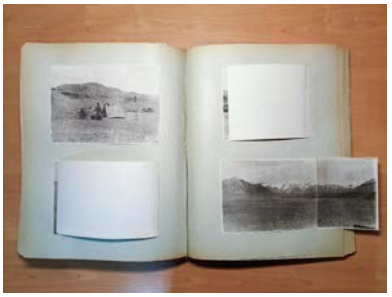


Figura 23. A montaggio eseguito.

L'ultimo esempio è un album ancora una volta appartenente alla collezione dell'Archivio fotografico della Società Geografica Italiana e che raccoglie stampe all'albumina scattate dal fotografo francese Emile Gsell nel 1866 durante la spedizione nel Mekong. Gsell fu molto attivo nel Sud-est asiatico e divenne il primo fotografo commerciale con sede a Saigon (oggi Hồ Chí Minh). Prese parte a tre spedizioni scientifiche, e le immagini realizzate durante l'esplorazione del Mekong, ad Angkor Vat, una selezione delle quali è possibile ammirare in quest'album, sono tra le prime fotografie di quel sito. L'album fotografico fu donato dagli stessi membri della spedizione alla Società Geografica Italiana.
L'album, già precedentemente sottoposto a restauro, presentava distacchi dalle pagine di uno o due angoli e in qualche caso strappi, ondulazioni e pieghe di alcune stampe fotografiche dovuti per lo più alla manipolazione.



Figura 24. Prima del montaggio.



Figura 25. A montaggio eseguito.

L'intervento di restauro è stato volto, perciò, ad assicurare nuovamente tutti gli angoli distaccati delle albumine attraverso l'applicazione di piccole brachette in carta *hanji* 1101 posizionate a V (figg. 24-25). La *hanji* 1101 si dimostra estremamente resistente, soprattutto in fase di collatura e applicazione della carta bagnata, e garantisce l'adesione dei due strati una volta asciutta. A differenza della soluzione precedente, che prevedeva l'incollaggio diretto delle albumine alle pagine, le brachette in carta *hanji* possono agevolare un'eventuale rimozione senza compromettere gli originali.

6. Esiti della ricerca

In conclusione, forniamo un riassunto delle applicazioni da preferirsi con le carte utilizzate e i risultati ottenuti finora: essendo la più sottile, la *hanji* 1101 si presta alla sutura di strappi e alla velatura (anche di stampe digitali su carta *Fine Art*) e la sua resistenza garantisce un'ottima tenuta in vari tipi di montaggi; la *hanji* 1303 è applicabile su supporti spessi che presentino lunghi strappi o fratture, per il risarcimento di lacune e per la foderatura di supporti molto fragili o particolarmente danneggiati; così come la 1303, anche la *hanji* 1308 è utile per la foderatura e non essendo vergata può essere utilizzata bagnata per l'umidificazione e lo spianamento di stampe fotografiche in alternativa alle membrane sintetiche (Goretex, Sympatex); infine, la più spessa *hanji* 1401 è adatta soprattutto per il risarcimento di lacune e si presta ad essere tinta per immersione o a pennello.
Hanji e *washi* sono dunque risorse valide, equiparabili, per gli interventi di restauro nel settore fotografico.

NOTE

[1] *Hanji* 한지 è un termine moderno che significa letteralmente "carta di Hanguk", ovvero carta di Corea, introdotto per differenziare la carta a mano tradizionale da quella di importazione occidentale (*yangji*), cinese (*huazhi*) e giapponese (*washi* o *wagami*).
[2] Il gelso da carta è la materia prima più diffusa nelle regioni meridionali del paese, mentre al nord per tradizione è utilizzata maggiormente la canapa.
[3] La descrizione delle varie fasi della fabbricazione della carta coreana è frutto di un viaggio di studio e ricerca in Corea del Sud, che ha previsto la partecipazione al workshop "Hanji for Foreign Paper Specialists" organizzato dalla Korea Craft and Design Foundation nel dicembre 2016. L'esperienza ha permesso di comprendere a fondo le proprietà di questo materiale e confrontarlo con altre carte di tradizione orientale, in particolare con la *washi*, di cui produzione e uso sono stati approfonditi grazie alla partecipazione al corso Japanese Paper Conservation promosso da ICCROM e Tobunken nel 2012.
[4] InnovHub Milano - Stazioni Sperimentali per l'Industria
[5] Le carte sono state acquistate tramite CTS Europe, fornitore di materiali per restauro, che ha svolto il ruolo di importatore delle carte hanji prodotte dal consorzio FIDES.
[6] Cfr. Calvini Paolo F., Fornaciari da Passano Chiara, Poggi Nella, Use of the Korean mulberry paper *hanji* in book and paper conservation: When a traditional material meets new techniques in *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, London 8–10 April 2015* (London, The Institute of Conservation: 2017), pp. 110-117. https://www.icon.org.uk/node/4998/.
[7] I risultati di questa prima parte di ricerca sono stati presentati alla sessione poster dell'ICOM-CC - Photographic Material Working Group Interim Meeting tenutosi a Amsterdam nel 2016 (nonpubblicato).
[8] Porck Henk J., *Rate of Paper Degradation: The Predictive Value of Artificial Aging Tests*, ECPA, 2000.

BIBLIOGRAFIA

1. Calvini Paolo F., Fornaciari da Passano Chiara, Poggi Nella, Use of the Korean mulberry paper *hanji* in book and paper conservation: When a traditional material meets new techniques in *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, London 8–10 April 2015* (London, The Institute of Conservation: 2017), pp. 110-117. https://www.icon.org.uk/node/4998/.
2. Hyoung-Jin Kim, *Korean Handmade Paper*, 韓 紙 , Ministry of Culture, Sports and Tourism, Republic of Korea, 2010.
3. Korea Craft & Design Foundation, *Hanji. Korean Handmade Paper*, 2013.
4. Lee Aimee, *Hanji Unfurled. One Journey into Korean Papermaking*, The Legacy Press, Ann Arbor, Michigan, 2012.
5. Porck Henk J., *Rate of Paper Degradation: The Predictive Value of Artificial Aging Tests*, ECPA, 2000.
6. Song Minah and Munn Jesse, *Permanence, Durability and Unique Properties of Hanji*, in The Book and Paper Group Annual 23, 2004, pp. 127-136.

IL RESTAURO DI PELLICOLE FOTOGRAFICHE CONTEMPORANEE ALLUVIONATE: LE PROBLEMATICHE EMERSE DURANTE IL PROGETTO MEMORIA FOTOGRAFICA

Giulia Fraticelli *, Barbara Cattaneo, Marcello Picollo*****

*Restauratrice freelance, via Gramsci 309, 50019, Sesto Fiorentino, tel.3385205090, giuliafraticelli@hotmail.it
** Restauratrice, IFAC-CNR e Opificio delle Pietre Dure, viale Filippo Strozzi, 1, 50129 Firenze, tel. 0552625442, barbara.cattaneo@beniculturali.it
*** Ricercatore, Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR), Via Madonna del piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI), 055-5226360, m.picollo@ifac.cnr.it

Abstract

I casi di disastro ambientale che vedono coinvolti beni culturali sono in aumento. Statisticamente, la crescita del numero di opere e documenti sottoposti a tutela e conservati oggi all'interno di enti e istituti, incrementa i livelli di rischio, ma il vero fattore preoccupante è imputabile al cambiamento climatico. Se da un lato occorre una pianificazione dell'emergenza per poter operare una protezione preventiva, dall'altra occorre mettere a punto dei protocolli d'intervento per il salvataggio delle collezioni a disastro avvenuto. Considerati questi aspetti, i materiali fotografici contemporanei si mostrano particolarmente vulnerabili, per fragilità intrinseca e perché destinati ad aumentare di quantità, di pari passo con il riconoscimento del loro valore storico, documentale e artistico. Oggetti di natura industriale e come tali protetti da brevetti, mostrano variabili composizionali legate alle case di produzione e pertanto sono difficili da conoscere se non attraverso una diagnostica mirata. Il presente contributo intende presentare le criticità emerse durante l'applicazione di metodiche di restauro sperimentali affrontate durante e a seguito del progetto Memoria Fotografica.
Cofinanziato da Regione Toscana e IFAC-CNR di Sesto Fiorentino, in collaborazione con l'Opificio delle Pietre Dure e la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città Metropolitana di Bari e la Cooperativa Itinera di Livorno, il progetto ha mirato alla messa a punto di un protocollo d'intervento di restauro post emergenziale su pellicole fotografiche contemporanee, monocromatiche e a colori, prodotte negli anni novanta del Novecento, individuando come caso studio l'archivio del fotoreporter Daniele Dainelli, danneggiatosi durante l'alluvione di Livorno del 2017. Gli obiettivi principali sono stati l'individuazione di metodologie di intervento incentrate sulla stabilizzazione dei supporti e sul recupero del dato immagine, attraverso interventi fisici ed elaborazioni digitali. La prima fase si è conclusa nel maggio 2019 con una giornata di studi di cui sono disponibili gli atti.
Il presente contributo intende approfondire la discussione sui risultati ottenuti ed evidenziare le problematiche emerse durante le operazioni di pulitura delle pellicole, estremamente indebolite per via dell'evento alluvionale. Verranno presentati i punti di forza ed i limiti delle applicazioni sperimentali, fra le quali l'apporto di umidità per la pulitura tramite vaporizzazione, l'uso di *make-up sponge* e idrogel chimici nanostrutturati. Saranno inoltre presentati i trattamenti di consolidamento delle emulsioni con gelatina, anche in fogli preconfezionati, e le operazioni di recupero planare, necessarie per la digitalizzazione con set up dedicati, nonché per l'acquisizione di *imaging* iperspettrale. Ogni trattamento è stato validato da analisi FT-IR in ATR, SEM EDS e osservazioni al microscopio ottico di *cross-sections*.
Alla luce di tale ricerca sono state delineate alcune soluzioni e messe a punto strategie che potranno risultare utili nell'affrontare casi similari. I risultati ottenuti costituiscono un punto di partenza per ulteriori approfondimenti; l'obiettivo successivo sarà l'approfondimento di criticità riscontrate in alcune fasi del restauro e lo studio di nuovi metodi di acquisizione digitale utili a coadiuvare le tecniche di recupero dell'oggetto e del dato immagine danneggiato.

Introduzione

All'interno di archivi e istituti culturali si sta assistendo all'aumento della presenza di materiali fotografici prodotti durante gli ultimi anni dell'era della fotografia analogica. Allo stesso modo, i supporti informatici e le stampe digitali, storicizzandosi, diventano materiali oggetto di tutela, conservazione e restauro. Per queste presenze archivistiche e museali, relativamente recenti, le pratiche di prevenzione e di salvataggio in caso di disastro sono ancora in fase di studio. A tutt'oggi, infatti, esistono ancora poche esperienze pregnanti su cui aprire il confronto metodologico. Inoltre, i materiali qui discussi sono oggetti di natura industriale, dunque protetti da brevetti, e come tali sono difficili da conoscere se non attraverso una diagnostica puntuale. Poiché le esperienze di salvataggio e restauro reperibili in letteratura sono riferite soprattutto a beni fotografici storici (ante 1950) [1], il progetto Memoria Fotografica ha provato a colmare la lacuna, mirando a definire delle linee guida

d'intervento per i materiali fotografici contemporanei alluvionati. L'esondazione del fiume Ardenza che ha colpito Livorno nel 2017, danneggiando l'archivio del fotoreporter Daniele Dainelli, ha fornito il caso studio ideale. [2] Sebbene una parte dei materiali conservati nell'archivio, in particolar modo i negativi, fossero stati recuperati dal fango e sciacquati nei giorni successivi all'emergenza grazie all'intervento di volontari coordinati dalle figlie del fotografo, al 2019 restavano ancora numerosi faldoni ormai asciutti e compattati dal fango. L'intervento di salvataggio, infatti, era stato interrotto per via della comparsa di una forte carica microbiologica, dovuta alla permanenza prolungata dei materiali in acqua limacciosa, che, se ignorata, avrebbe messo a rischio la salute dei volontari. Si è reso dunque necessario intervenire rapidamente, disinfettando tramite irraggiamento gamma prima di proseguire con ulteriori azioni. L'operazione è stata condotta da CHIEF Onlus [3], un'associazione di volontariato della Protezione Civile dedita al soccorso di beni culturali colpiti da calamità. Il trattamento, per quanto non esente dal rischio di causare la depolimerizzazione dei materiali cellulosici [4] ha avuto esiti positivi, tanto che, durante i test preliminari al progetto Memoria Fotografica, i tamponi effettuati sulle pellicole oggetto di studio sono risultati negativi [5].
Il progetto di ricerca è stato coordinato da Marcello Picollo dell'Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara" del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR), con la collaborazione tecnico-scientifica dell'Opificio delle Pietre Dure [6]. Gli interventi di restauro sperimentali sono stati condotti da Giulia Fraticelli, freelance e collaboratrice dell'Opificio. Gli obiettivi raggiunti possono essere riassunti in cinque punti:
1. Rassegna della letteratura di riferimento e raccolta orale da testimoni ed esperti coinvolti in eventi emergenziali.
2. Caratterizzazione dei materiali e del danno sulle pellicole negative e invertibili degli anni '90, oltre all'identificazione della casa produttrice e all'analisi stratigrafica.
3. Definizione delle metodologie d'intervento a seguito delle indagini scientifiche, in particolare dopo l'osservazione in stereomicroscopia, la realizzazione di sezioni lucide analizzate in microscopia ottica, l'osservazione al SEM con microsonda, la caratterizzazione in spettrofotometria infrarossa e la misurazione glossmetrica.
4. Creazione di un protocollo d'intervento, dopo la valutazione tramite test delle fragilità intrinseche ed estrinseche dei materiali oggetto di studio, in particolare in relazione al rischio degli interventi di pulitura per mezzo di solvente.
5. Digitalizzazione di un corpo scelto di materiale recuperato tramite scansione diretta, sotto liquido e a secco, con un set up dedicato, oltre all'acquisizione iperspettrale di alcuni negativi selezionati [7].
Nel maggio 2019 si è tenuta una giornata di studi conclusiva, suddivisa in un workshop tecnico scientifico dal titolo "Contributi per la definizione di una metodologia di recupero di materiale fotografico", svolto durante la mattinata; il pomeriggio, invece, è stato dedicato al seminario intitolato "Storia di un recupero collettivo", con le testimonianze dei volontari che si sono occupati del primo salvataggio pochi giorni dopo dall'alluvione. In concomitanza con l'evento, nei locali della biblioteca Labronica è stata allestita una mostra curata dallo stesso fotoreporter, Daniele Dainelli [8].
Il follow up del progetto ha portato a ridiscutere gli interventi sperimentali, a continuare i test applicativi e a definire gli ulteriori bisogni per un recupero efficace dei materiali fotografici contemporanei alluvionati.

L'archivio Dainelli: stato di conservazione

Nel 2018, al momento dell'avvio del progetto, l'archivio Dainelli si trovava presso i locali della cooperativa Itinera di Livorno, conservato nei faldoni originali, posti a loro volta in scatole di cartone. L'archivio conta poche stampe su carta baritata, stampe RC e stampe digitali, mentre la maggior parte consiste in pellicole bianco e nero e colore, sia negative, prevalentemente di formato 135 e 120, sia invertibili. Per quanto riguarda le stampe, la maggior parte risultava 'mattonata' a causa dell'adesività della gelatina rigonfiata in acqua (fig. 1), nonché deformata, per via dei residui di fango inglobati nella gelatina stessa. Tutte le stampe, sia analogiche, sia digitali, mostravano una perdita almeno parziale dell'immagine, causata del dilavamento dell'emulsione. Sulle stampe in carta baritata, in corrispondenza dei dilavamenti, rimanevano solo residui di barite con la caratteristica immagine fantasma. Nei casi peggiori, era ormai visibile solo il supporto in carta. A causa del contatto acquoso, anche le annotazioni a penna e i timbri hanno sofferto, tanto da migrare sui supporti contigui (fig. 2). La sperimentazione si è tuttavia concentrata sul recupero delle pellicole, di cui sono stati selezionati esempi di negativi a colori e in bianco e nero, conservati in buste di carta e glassine e buste di materiale plastico. Purtroppo queste ultime hanno intrappolato umidità, ancora presente a distanza di un anno e mezzo dall'alluvione, causando il rigonfiamento della gelatina dell'emulsione e il suo dilavamento. Le buste in glassine, invece, si sono ondulate a contatto con l'acqua, producendo striature disfiguranti sulle pellicole, durante l'asciugatura. In casi estremi, l'emulsione è stata strappata dal supporto triacetato, restando adesa, nei punti di contatto, alla glassine (figg. 3 e 4). L'avvio della sperimentazione è avvenuto su campioni di caratteristiche chimiche simili alle pellicole originali, pertanto è stato necessario identificare i materiali prodotti da Daniele Dainelli tra gli anni 1991 e 2006, estremità cronologiche di produzione dell'archivio.




Figure 1 e 2 Stampe mattonate e dilavamento con migrazione degli inchiostri

Le marche maggiormente utilizzate sono risultate essere Fuji e Kodak, sia argentiche in bianco e nero, sia a sviluppo cromogeno a colori, negative e invertibili, su supporto di triacetato di cellulosa (TCA). È stato dunque effettuato un computo statistico del numero di pellicole, suddividendole anche in base allo stato di conservazione. Di queste, 3125 sono risultate in buono stato, senza necessità di restauro, se non di operazioni minime di pulitura prima del ricondizionamento in buste di qualità archivio; 1200 risultavano purtroppo in pessimo stato, il dato immagine era irrecuperabile o illeggibile a causa dell'adesione a supporti contigui o al dilavamento; 3343 sono state considerate in uno stato di conservazione sufficiente, poiché l'immagine era ancora leggibile, anche se il supporto appariva deformato e si riscontravano adesioni parziali ai materiali contigui, quali altri negativi, buste in glassine o in plastica. In verità, i negativi in bianco e nero contenuti in buste di plastica non hanno avuto fenomeni reali di adesione, i danni sono stati principalmente causati dell'umidità trattenuta all'interno che ha innescato un meccanismo degradativo di tipo idrolitico a carico dell'emulsione. L'idrolisi ne comporta una diminuzione del peso molecolare, con un conseguente abbassamento del punto di gelificazione, causando un aumento di sensibilità all'umidità della gelatina, fino alla sua solubilizzazione. Allo stesso modo viene danneggiato lo strato anti-curl in gelatina, presente sul lato supporto della pellicola. Nel caso dei film in bianco e nero dell'archivio Dainelli, la presenza di gelatina come anti-curl è stata confermata dalle analisi FT-IR in ATR e dalle sezioni lucide, mentre non è risultata presente sulle pellicole a colori [9]. Sul materiale bianco e nero, il contatto acquoso prolungato e l'inevitabile variazione di pH, ha inoltre causato la riattivazione e la solubilizzazione degli agenti antialo presenti nell'emulsione, provocando macchie rosa che sono migrate anche sulle buste in carta (fig. 5).



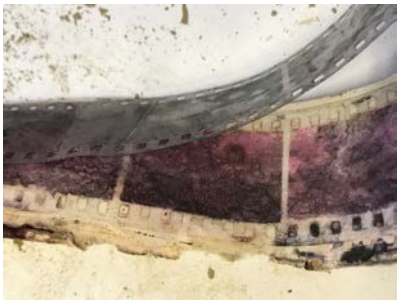


Figure 3, 4 e 5 Danni a carico dell'emulsione: dilavamento, striature e migrazione dell'antialo

Le pellicole a colori sono invece, in generale, più fragili per via della natura stratigrafica complessa e per la presenza dei coloranti magenta, giallo e ciano. Poiché la maggior parte del materiale colore dell'Archivio Dainelli era contenuta nelle buste di glassine, il danno più frequente è stato la comparsa di striature dovute all'adesione alternata a sacche d'aria, che ha alterato la texture superficiale delle pellicole, modificandone l'indice di rifrazione e compromettendone dunque la leggibilità e la duplicabilità. In questo caso, la diagnostica ha permesso di caratterizzare il materiale di deposito superficiale non riconducibile esclusivamente al fango ma anche a depositi compatibili con le sostanze di carica contenute nella glassine, in particolare talco o caolino [10]. Le diapositive a colori mostravano danni simili ai negativi colore, poiché ne condividono una natura stratigrafica simile. I danni sono stati, in questo caso, aggravati dalla permanenza dell'acqua e del fango all'interno dei telaietti di montaggio.

La sperimentazione di restauro: una discussione aperta.

Nell'ambito della sperimentazione di Memoria Fotografica, metodi di pulitura e di consolidamento utilizzati tradizionalmente sono stati messi a confronto con materiali di concezione più recente, cogliendo l'occasione per approfondire le conoscenze sulla produzione e sul trattamento industriale delle pellicole cinematografiche e fotografiche. Le problematiche affrontate sono state il distacco della glassine dalle pellicole a colori, la rimozione dei residui di fango dal materiale particolarmente indebolito e il ripristino dell'integrità fisica, al fine di permettere la riproduzione. Particolarmente importante è risultato quest'ultimo punto, in quanto sono stati trattati negativi fotografici che, per definizione, per essere fruiti come immagini devono essere stampati o acquisiti digitalmente.
Promettenti per il distacco della glassine si sono rivelati l'utilizzo di idrogel chimici nanostrutturati [10] e il vapore freddo a ultrasuoni (figg. 6 - 8); per la pulitura dei residui di fango, dopo una prima pulitura a tampone sui depositi più consistenti, è risultata efficace la detersione delicata con la spugna poliuretanica (PU Sponge®) caricata con acqua demineralizzata per i materiali a colori e in soluzione idro-alcolica (acqua demi/alcol etilico) per i materiali monocromi.



Figure 6 – 8 Distacco con idrogel e vapore

Uno dei problemi riscontrabili sulle emulsioni alluvionate è il rischio di idrolizzazione della gelatina dell'emulsione in caso di un nuovo contatto acquoso, generalmente necessario per la rimozione dei depositi idrosolubili coerenti alla superficie. Nel caso dell'archivio Dainelli, i materiali più soggetti a questa problematica sono stati i negativi bianco e nero conservati dentro le buste di plastica. Le analisi FT-IR in ATR e SEM-EDS condotte sui tamponi usati per i saggi di pulitura sul lato supporto hanno evidenziato come, oltre al fango, fosse presente del materiale proteico, dunque gelatina riconducibile allo strato anticurl. Tale gelatina non contiene immagine, si è, dunque, deciso di sacrificare l'anticurl, poiché la sua funzione era comunque compromessa e la rimozione risultava vantaggiosa per il recupero dell'immagine. Una volta effettuata la pulitura del lato supporto, è stata discussa la procedura da seguire sul lato emulsione, sul quale, pur avendo eliminato a secco la maggior parte dei depositi di fango, restava uno strato opaco, coerente, che riduceva la lettura dell'immagine. È stata quindi presa in considerazione la possibilità di indurire nuovamente la gelatina, pur consapevoli che la reticolazione rischiava di intrappolare anche parte dei depositi, per poter, poi, effettuare una pulitura a umido. Avendo escluso l'utilizzo di formaldeide, perché cancerogena, sono stati valutati alcuni metodi storicamente adottati durante la fabbricazione e consigliati fra i trattamenti da usare in camera oscura,in particolare sono stati valutati ibagni in allume di potassio (allume di rocca), allume di cromo, potassio dicromato, e in diazidostilbene [11, 12]. A causa dei limiti di tossicità e del rischio di residui colorati rispettivamente caratteristici di queste ultime sostanze si è optato per l'uso di una soluzione satura di allume di rocca combinata a bagni idro-alcolici, durante i quali è stata effettuata la pulitura. Bagni alcolici finali hanno accelerato l'asciugatura. Visti i risultati non del tutto soddisfacenti, nuove ricerche si indirizzeranno verso il reperimento di una sostanza che possa fungere da indurente temporaneo, al fine di minimizzare il rigonfiamento della gelatina a contatto con le soluzioni acquose. Alla luce di recenti esperienze di laboratorio, l'uso di soluzioni idro-alcoliche refrigerate è risultato promettente ed è in corso di sperimentazione. L'altro aspetto su cui si è concentrata la ricerca è stato il ripristino dell'uniformità di gloss dei negativi colore affetti dalle striature derivate dall'adesione della glassine. Per ottenere una superficie omogenea e ridurre i problemi in fase di stampa e di digitalizzazione sono state analizzate più soluzioni. Fra queste, un metodo tradizionale, vale a dire l'applicazione di finiture superficiali che riuscissero a saturare le scabrosità dell'emulsione. Per Memoria Fotografica sono state sperimentate soluzioni acquose di gelatina a diverse percentuali (2%, 3%, 4%) applicate direttamente a pennello (fig. 9), oppure applicate prima su un vetro tiepido, sopra il quale è stata fatta aderire l'emulsione, imitando il sistema tradizionale di smaltatura. Sono stati anche realizzati fogli preconfezionati di gelatina secca, poi riattivati con vapore acqueo sopra la superficie della pellicola, tramite Goretex. Infine è stato sperimentato l'uso del calore, applicato tramite termocauterio (fig. 10) [13]. La scelta della gelatina come finitura superficiale è dovuta alla compatibilità del materiale e al potere di riflettanza; una possibile alternativa per ricerche future potrebbe essere

lo studio di altri tipi di *filler*, come vernici a basso peso molecolare compatibili con il materiale fotografico. Le molecole corte di queste sostanze potrebbero, infatti, livellare e rendere uniforme la superficie, permettendo di ottenere nuovamente una diffusione più omogenea e uniforme della luce. Allo stesso modo, futuri filoni di ricerca potrebbero orientarsi sulla standardizzazione delle modalità applicative di tali finiture. A questo proposito, sarebbe utile approfondire l'impiego dell'apparato di rigenerazione delle pellicole cinematografiche che utilizza un sistema a menisco per applicare un nuovo *overcoat* di gelatina sulle pellicole danneggiate da graffi e righe, prima di effettuare la ristampa. Per verificare l'uniformità della riflettanza tra le aree danneggiate e no, l'IFAC-CNR ha messo a punto un metodo analitico strumentale per misurare il valore di gloss su aree inferiori a 1mm x 1mm, poiché quelle coperte da un glossmetro di produzione industriale sono di circa 15mm x 30mm (fig. 11).

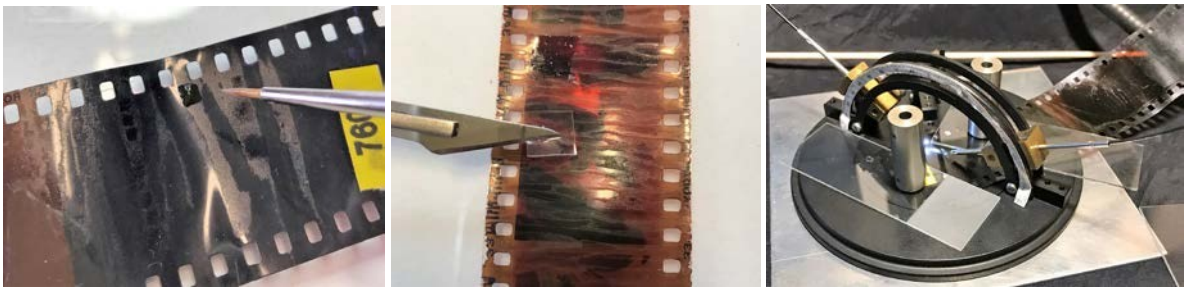


Figure 9 – 11 Applicazione gelatina a pennello e in fogli. Set-up per misure di gloss

Un'altra possibilità per il recupero del dato immagine può essere l'acquisizione digitale sotto liquido, quindi con l'ausilio di soluzioni che riempiano momentaneamente le asperità della superficie per poi venire rimosse. Questa è l'opzione scelta per alcune delle pellicole trattate nell'ambito del progetto Memoria Fotografica [14], che ha permesso di ottenere immagini di qualità migliore rispetto all'acquisizione senza liquido, ma in cui il danno superficiale è rimasto evidente. La lettura dell'immagine può essere, ovviamente, ulteriormente migliorata con la post produzione in digitale. A causa del lockdown imposto dal Covid19, non è stato ancora possibile sperimentare l'acquisizione con scanner a tamburo sotto glicerina e verificare gli effetti a lungo termine sugli originali [15].

Imaging iperspettrale e restauro digitale

La fase sperimentale svolta presso l'IFAC-CNR è consistita nell'adattare tecniche di imaging iperspettrale per l'analisi del materiale fotografico oggetto di studio. La tecnica si basa sull'acquisizione di centinaia di immagini (cubo-immagine o cubo-dati) in bande spettrali strette (<10 nm) e contigue (questa è la maggiore differenza tra tecniche di immagine iperspettrale rispetto a quelle multispettrale). Questo comporta che i dati ottenuti abbiano una risoluzione spettrale comparabile a quella di strumenti da laboratorio. La strumentazione impiegata è un prototipo di scanner iperspettrale ad alta risoluzione spaziale e spettrale, realizzato da IFAC-CNR, modificato ad hoc per il progetto. Nello specifico, la configurazione strumentale adottata per questo studio ha un passo di campionamento spaziale di circa 37 micron (~ 27 campionamenti per millimetro, equivalenti a quasi 700 ppi), che porta ad avere immagini prodotte con risoluzione spaziale di 5 linee per mm, calcolata a metà del contrasto massimo. La risoluzione spettrale risulta di ~ 2.8 nm, con un campionamento spettrale a passi di ~ 1.2 nm che produce un totale di 400 bande nell'intervallo operativo da 400 a 900 nm. Per quanto riguarda il supporto alla digitalizzazione e il restauro digitale dei fotogrammi, questa tecnica di imaging, fornendo informazioni spettrali sulla distribuzione dei coloranti e loro caratteristiche spettrali di ciascun pixel, può essere di aiuto nel capire se in situazioni particolari, come ciò che è accaduto al fondo fotografico Dainelli, i coloranti delle emulsioni hanno mantenuto le loro caratteristiche cromatiche o hanno subito delle alterazioni. Partendo infatti dai dati tecnici riportati dai produttori delle pellicole fotografiche è possibile verificare, grazie agli spettri di trasmittanza estratti dal file cubo, se le caratteristiche spettrali dei tre principali coloranti, o meglio delle tre emulsioni deputate alla formazione del colore del fotogramma, siano rimaste costanti e inalterate oppure abbiano subito delle variazioni a seguito del loro invecchiamento naturale o di eventi particolari, come nel caso del fondo Dainelli.

Conclusioni

L'esperienza di Memoria Fotografica ha permesso di integrare le conoscenze sulle tecniche di restauro tradizionale e di metodi sperimentali su materiali fotografici contemporanei danneggiati da alluvione. Gli aspetti di analisi strumentale per il recupero del dato immagine e la riproducibilità ai fini della conservazione sono elementi che hanno assunto sempre più valore nel corso della ricerca. Da un lato, dunque, Memoria Fotografica e il follow up del progetto hanno mirato a mettere a punto protocolli di restauro delle pellicole, intese come oggetti fotografici, soprattutto attraverso la loro stabilizzazione fisica; dall'altro, il recupero della leggibilità dell'immagine e gli aspetti di fruizione hanno indirizzato la ricerca in ambito di imaging iperspettrale e di digitalizzazione. La sperimentazione fino a qui condotta apre sicuramente la strada a nuovi filoni di ricerca che porteranno ad affrontare al meglio il recupero dei beni fotografici in fase post emergenziale.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano tutte le persone che hanno creduto nella ricerca scientifica svolta per Memoria Fotografica, a partire da Roberto Ferrari, direttore Cultura e Ricerca della Regione Toscana; Marco Ciatti, Cecilia Frosinini, Letizia Montalbano, Andrea Cagnini, Isetta Tosini, Giancarlo Lanterna e Monica Galeotti dell'Opificio delle Pietre Dure; Costanza Cucci, Andrea Casini e Lorenzo Stefani dell'IFAC-CNR, Simona Cicala della SABAP-BA. Un grazie particolare a Marco Pagni Fontebuoni di FILMFerrania e, soprattutto, ad Anne Cartier-Bresson, conservatrice generale onoraria dell'Institute National du Patrimoine. Grazie, infine, a Daniele Dainelli, di cui ammiriamo l'opera e al quale auguriamo buon lavoro.

NOTE

[1] Per una bibliografia più ampia cfr. Picollo M., Cattaneo B., Vianello D. (a.c.), *Memoria Fotografica, storia di un recupero collettivo*, atti del convegno, Istituto di Fisica "Nello Carrara", CNR, 2019. Disponibile online https://www.ifac.cnr.it/images/stories/libri/archivio/BOOK/Memoria-fotografica.pdf
[2] Il caso studio è stato inizialmente segnalato dalla collega restauratrice Simona Cicala (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bari (SABAP-BA) e della fotografa livornese Laura Messina.
[3] Si veda https://www.chief-onlus.it
[4] Cfr. Adamo Marianna *I raggi gamma*, in *Sulle fotografie danneggiate*, a cura di Adamo M., Matè D., Trematerra P., ENEA, Roma, 2015, pp. 91-93.
[5] Il prelievo e la coltura sono stati eseguiti su piastre Petri con terreno Sabouraud Dextrose Agar, mantenute 120 ore all'interno di una stufa con T pari a 28/30° C. Al termine di tale periodo non si è verificata una crescita significativa di micro funghi o batteri al di sopra dei terreni di coltura.
[6] In particolare, l'IFAC-CNR ha affrontato le problematiche di messa a punto di uno strumento di imaging iperspettrale nell'intervallo spettrale del visibile e vicino infrarosso (VNIR, 400-900 nm) per fini conoscitivi e di restauro digitale, mentre presso il Laboratorio Scientifico dell'OPD (Andrea Cagnini, Isetta Tosini, Giancarlo Lanterna) sono state eseguite indagini di caratterizzazione chimica e biologica, prima e dopo gli interventi di restauro (stereomicroscopia, osservazione ed analisi di campioni in sezione lucida in microscopia ottica e microscopia elettronica a scansione con microsonda, spettrofotometria infrarossa FT-IR). Per il settore Disegni e Stampe dell'OPD, Barbara Cattaneo, in quanto parte integrante del panel scientifico designato, si è occupata della definizione del protocollo degli interventi, ha svolto ricerca bibliografica, ha raccolto testimonianze orali e ha supervisionato il lavoro di sperimentazione metodologica per il restauro, eseguito dalla restauratrice Giulia Fraticelli su un corpo di pellicole selezionate insieme alla fotografa Laura Messina. Il progetto si è avvalso anche della collaborazione del CSGI dell'Università di Firenze, nella figura di Rodorico Giorgi, che ha messo a disposizione i NANORESTORE GEL® utilizzati per la pulitura, mentre il laboratorio di restauro della fondazione F.lli Alinari è stata sede operativa della sperimentazione.
[7] Per una rassegna estesa delle ricerche bibliografiche, orali, per i risultati diagnostici e sperimentali, si rimanda agli atti del convegno. (Cfr. nota 1)
[8] *Memoria Fotografica, storia di un recupero collettivo*, si è svolta presso la Biblioteca Labronica Bottini dell'Olio di Livorno sabato 11 maggio 2019. cfr. nota 1
[9] Cagnini A., Lanterna G., Tosini I.**,** *Le indagini del Laboratorio Scientifico dell'Opificio delle Pietre Dure*, in *Memoria Fotografica, storia di un recupero collettivo* (Op. cit), pp. 35-41.
[10] È stato utilizzato l'idrogel chimico nanostrutturato Peggy 6® prodotto creato dal Consorzio per lo Sviluppo dei Sistemi a Grande Interfase dell'Università di Firenze (CSGI-UNIFI).
[11] Le ricette di bagni indurenti di sviluppo, arresto e fissaggio sono riportate in letteratura, fra gli altri da Gian Rodolfo Namias e Oscar F. Ghedina (vedi bibliografia).

[12] Il DAS ha sostituito il bicromato di potassio nella pratica delle tecniche fotografiche alternative, in particolare per le tecniche di stampa al carbone. Poiché lascia un residuo giallo è necessario uno sbiancamento finale.
[13] Per la descrizione puntuale degli interventi di restauro cfr. Fraticelli Giulia, *Interventi di restauro post emergenziale su materiale fotografico alluvionato: il caso studio Dainelli*, in *Memoria Fotografica, storia di un recupero collettivo* (op.cit.), pp. 21-34.
[14] Le acquisizioni sono state effettuate con Scanner EPSON V 850, eseguita a 3000dpi in TIFF a 24 bit.
[15] L'uso dell' IGC DRUM SCAN e la glicerina sono stati suggeritio da Luca di Salvo di Center Chrome Fine Art Print di Calenzano (Fi).

BIBLIOGRAFIA

1. Adamo Marianna, I raggi gamma, in Sulle fotografie danneggiate, a cura di Adamo M., Matè D., Trematerra P., ENEA, Roma, 2015, pp. 91-93. Disponibile online https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/edizioni-enea/2015/fotografie-danneggiate
2. Cucci Costanza, Delaney John Kevin., Picollo Marcello, "Reflectance Hyperspectral Imaging for Investigation of Works of Art: Old Master Paintings and Illuminated Manuscripts" Acc. Chem. Res. 2016, 49, 2070−2079. DOI: 10.1021/acs.accounts.6b00048
3. Delia Federica, *La gestione delle emergenze*, in *Il restauro della fotografia*, Cattaneo Barbara (a.c.), Firenze, Nardini, 2012, pp. 219- 230
4. Ghedina Oscar, Fotoricettario-Formule, tecniche, procedimenti, Hoepli, Milano, 2014, pp. 292-300.
5. Namias R. – Manuale teorico pratico di chimica fotografica. Il progresso Fotografico, Milano, 1904, pp.407-416
6. Picollo Marcello, Cattaneo Barbara, Vianello Daniela (a.c.), *Memoria Fotografica, storia di un recupero collettivo, atti del convegno, Istituto di Fisica "Nello Carrara"*, CNR, 2019. Disponibile online https://www.ifac.cnr.it/images/stories/libri/archivio/BOOK/Memoria-fotografica.pdf
7. Picollo Marcello, Cucci Costanza, Casini Andrea, Stefani Lorenzo,, "Hyper-Spectral Imaging Technique in the Cultural Heritage Field: New Possible Scenarios", Sensors 2020, 20(10), 2843; https://doi.org/10.3390/s20102843
8. Shiraiwa Y., Rescuing tsunami-damaged photographs in Japan, Journal of the Institute of Conservation, 36:2, 195- 203, 2013
9. WIKI. AIC PMG Emergency Response, Salvage, and Recovery Techniques. Disponibile su: http://www.conservation-wiki.com/wiki/PMG_Emergency_Response,_Salvage,_and_Recovery_Techniques

CONSERVARE IL PATRIMONIO FOTOGRAFICO. UN REPORTAGE DALL'ISTITUTO CENTRALE PER IL CATALOGO E LA DOCUMENTAZIONE

Silvia Checchi*, Daniela Simonetta Palazzi, Stefano Valentini*****

* Restauratore, ICCD, via San Michele 23, 00153, ROMA, 06585521, silvia.checchi@beniculturali.it
** Chimico, ICCD, via San Michele 23, 00153, ROMA, 06585521, danielasimonetta.palazzi@beniculturali.it
*** Diagnosta, ICCD, via San Michele 23, 00153, ROMA, 06585521, stefano.valentini@beniculturali.it

Abstract

Il patrimonio fotografico dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) costituisce una delle più importanti raccolte pubbliche di fotografia storica nazionale con alcuni milioni di fototipi che vanno dal 1840 a oggi. Le raccolte sono il frutto dell'attività e delle acquisizioni curate dai due istituti storici – il Gabinetto Fotografico Nazionale (GFN) e l'Aerofototeca Nazionale (AFN) - confluiti nell'ICCD nel 1975. L'immane e rilevante patrimonio che l'ICCD custodisce non può non essere considerato un privilegio, ma al tempo stesso costituisce un oneroso *carico* da accudire nel rispetto delle esigenze di tutela e di valorizzazione.
Nel tempo una serie di cambiamenti hanno interessato l'assetto dei beni, con l'auspicio di migliorare conoscenza, conservazione e fruizione di un patrimonio che spazia fra svariate tipologie di positivi e negativi, dalle origini alla fotografia contemporanea, dai pezzi unici agli album, dalle attrezzature dei fotografi a quelle per le riprese aeree. L'oggetto fotografico già da qualche tempo (in ICCD si può ben dire da molto tempo…) è a pieno titolo oggetto di attenzioni e tutele, incluso quello in precedenza considerato strumento di lavoro o di documentazione; sono dunque state messe a punto strategie conservative che mirano a prolungare l'aspettativa di vita anche in caso di oggetti realizzati in materiali estremamente deperibili. Recentemente l'attività di conservazione e restauro, complementare a quella di conservazione preventiva, ha avuto un impulso con l'allestimento di spazi dedicati, mentre si sta avviando la progettazione di nuovi spazi adibiti a deposito, nell'ottica di razionalizzare e potenziare quanto già fatto in passato. Infine il tema della digitalizzazione, strettamente connesso anche a quello della conservazione, compone il collage delle diverse attività che riguardano la tutela del patrimonio fotografico dell'ICCD.

Introduzione

Davanti a questa "anonima" facciata (Fig.1) il passante romano e il turista di solito transitano distrattamente. La maggior parte delle persone ignora il fatto che varcando questo piccolo ingresso si possano scovare veri e propri tesori. Attraversando un lungo corridoio si scopre uno spazio dalle forme armoniche, il cortile quadrato tardo-settecentesco con al centro una fontana in travertino, il Cortile delle Zitelle, circondato da tre piani porticati voltati a crociera **[1]** (Fig. 2).





Figure 1 e 2. Facciata esterna di ingresso e chiostro interno della sede dell'ICCD.

Un "contenitore" prestigioso dunque, anche se, come vedremo, alcuni dei nostri problemi nascono da qui... Dove si nasconde il resto del tesoro? Si potrebbe rispondere ovunque, perché milioni di fototipi, attrezzature fotografiche, schede storiche e moderne, elaborati cartografici, sono allocate in depositi, archivi, stanze, magazzini nei diversi piani dell'Istituto. Si tratta di un patrimonio vivo, che viene consultato assiduamente alla

ricerca di informazioni e indicazioni, sia dal personale interno (o anche da colleghi del MiBACT), sia dall'utenza esterna, con diverse modalità di fruizione. A tale vastità corrisponde naturalmente una gestione complessa e onerosa, purtroppo ancora lontana dall'essere completamente soddisfacente.
In questo testo, in aderenza a uno dei temi del convegno, saranno sviluppate unicamente le problematiche riguardanti il patrimonio fotografico, tralasciando l'immane impegno dell'ICCD sul versante della catalogazione e degli aspetti conservativi relativi alle schede (anche storiche) di catalogo.

Il patrimonio fotografico dell'ICCD

Il patrimonio fotografico dell'Istituto Centrale per il catalogo e la documentazione (ICCD) costituisce una delle più importanti raccolte pubbliche di fotografia storica nazionale con alcuni milioni di fototipi che vanno dal 1840 a oggi. Le raccolte sono il frutto dell'attività e delle acquisizioni curate dai due istituti storici – il Gabinetto Fotografico Nazionale (GFN) e l'Aerofototeca Nazionale (AFN) - confluiti nell'ICCD nel 1975.

Questo cospicuo patrimonio rappresenta una fonte di riferimento che assolve molteplici finalità, per un'utenza composta da specialisti e non: le collezioni fotografiche racchiudono ricchissime informazioni sul patrimonio culturale, che supportano ricerche storiche, mostre, pubblicazioni; le foto aeree vengono richieste e consultate per ricerche archeologiche ma anche per questioni legate alla gestione del territorio e del paesaggio, consentendo verifiche e confronti da parte di privati ed enti pubblici su aree oggetto di modificazioni nel corso del tempo.

Il Gabinetto Fotografico, divenuto Nazionale dal 1923, fin dai primi anni di costituzione e attività si adoperò per assegnare centralità e rilievo alla fotografia di documentazione del patrimonio culturale attraverso la propria produzione e acquisendo al contempo importanti archivi e collezioni appartenuti a fotografi e ditte di rilievo, nonché a collezionisti.
L'attività di ripresa del Gabinetto non è mai cessata ma anzi è stata incrementata nel corso degli anni fino ai nostri giorni arrivando a comprendere 320.000 negativi (per oltre metà su supporto in vetro con formati fino al 30x40) e 25.000 file digitali nativi.
Il fondo Antichità e Belle Arti (MPI), generato a partire dal 1870 dall'attività istituzionale di tutela costituiva l'archivio fotografico della Direzione generale antichità e belle arti del Ministero della Pubblica Istruzione, è confluito in ICCD quando le funzioni di tutela sono passate nel 1975 al Ministero dei Beni Culturali. È costituito da oltre 150.000 positivi fotografici; in prevalenza albumine e carte alla gelatina al bromuro ma anche aristotipi, carte al pigmento, carte salate, al platino e cianotipie.

Le acquisizioni operate dal GFN fin dall'inizio del 900 riguardano complessivamente circa 90 fondi fotografici molto eterogenei tra loro per composizione e quantità. Solo per dare un'idea si possono segnalare il fondo Tuminello costituito da 602 negativi, quasi tutti calotipi, di grande formato; il fondo Morpurgo che comprende l'intera produzione del fotografo-editore (circa 80.000 tra negativi e positivi con diversi esemplari di bromoli e stampe agli inchiostri grassi); il fondo Cugnoni con quasi 5000 negativi al collodio nei formati 27x27 e 30x40; il fondo Nunes Vais con oltre 20.000 negativi su lastra di vetro in prevalenza ritratti di personaggi del mondo della cultura, della vita politica e mondana dei primi decenni del XX secolo; le collezioni Becchetti e Beccarini, complessivamente circa 50.000 positivi fotografici, comprendenti tutte le tecniche del XIX e dell'inizio del XX secolo e tutti i più importanti fotografi italiani operanti in quel periodo; il fondo Le Lieure con 1200 stereoscopie colorate a mano degli anni 1870-1910; il fondo Lattanzi con le carte salate di Fenton sulla guerra di Crimea; per finire con fondi contemporanei come il fondo Savio con le sue foto delle architetture di Nervi o il fondo Sebastiana Papa che attesta un'amplissima ricerca documentaria a carattere sociologico sull'Italia del dopoguerra e la ricerca del significato di una spiritualità profonda [2].
Il patrimonio è arricchito inoltre da una raccolta di oltre 1400 strumenti fotografici storici, esposti solo in parte dal 1996 nell'area dedicata, e da una biblioteca specializzata in fotografia contente diverse migliaia di libri con molti manuali tecnici dell'800.
A partire dal 2011 l'Istituto ha iniziato e portato avanti un confronto tra l'archivio storico e il lavoro di quei fotografi contemporanei, come Guidi, Imbriaco, Bonaventura, Di Cecco, che hanno fatto dell'approccio documentario il loro riferimento culturale ragionando su significato, usi e lettura delle raccolte fotografiche nella contemporaneità; ciò ha condotto alla formazione di una raccolta di lavori contemporanei in continuo accrescimento.

Su tutti questi materiali da sempre l'Istituto adotta politiche di tutela attraverso un workflow che comprende diverse attività. Non appena i materiali sono prodotti o acquisiti si procede all'inventariazione mentre la catalogazione è riservata ad oggetti fotografici di particolare importanza. Le attività che completano il processo sono ovviamente l'archiviazione con materiali conservativi a norma e la digitalizzazione per la creazione di un master digitale e per alimentare il data base utile alla fruizione. I materiali fotografici più antichi e preziosi sono conservati nei depositi climatizzati operativi dalla fine degli anni '90.

L'Aerofototeca Nazionale (AFN) nasce nel 1959 come sezione distaccata del Gabinetto Fotografico Nazionale, dedicata allo studio ed interpretazione della fotografia aerea, con scopo di Tutela del territorio nell'ambito della ricostruzione del Paese in seguito al secondo conflitto mondiale [3].

Al primo, importantissimo nucleo di fotografie da ripresa aerea, cedute all'AFN dallo Stato Maggiore dell'Aeronautica Militare, si sono aggiunti negli anni, in un continuo e costante arricchimento, numerosi fondi e raccolte che fanno dell'Aerofototeca Nazionale il più completo archivio civile di documentazione fotografica aerea del territorio italiano. Allo stato attuale il panorama del patrimonio AFN spazia nel tempo dalla fine del diciannovesimo secolo al 2017, comprendendo materiale importantissimo per la storia del territorio italiano nelle sue trasformazioni urbanistiche, storiche, naturali, economiche, geomorfologiche.
Tra tutti citiamo il fondo MAPRW (Mediterranean Allied Photo Reconnaiscence Wing), in parte donato dall'American Academy in Rome, in parte in deposito dalla British School at Rome, costituito da immagini scattate dalle forze aeree Alleate durante la Seconda guerra mondiale [4]. Sono anche presenti interi fondi archivistici delle ditte di aerofotogrammetria EIRA, ESACTA, SIAT, Aerofotoconsult, Aerotop, SARA Nistri, Fotocielo, I-Buga, oltre ad immagini storiche quali le foto aeree su Roma scattate dal pallone aerostatico del Genio Militare per conto di Giacomo Boni e nuclei di immagini pervenute attraverso donazioni o acquisite dall'Istituto [5].

L'ampiezza dell'arco temporale ultracentenario ricoperto fa sì che in AFN siano presenti positivi, negativi e diapositive realizzati sui diversi supporti: film plastici, negativi e diapositive su lastra di vetro sia in bianco e nero sia a colori, stampe su carta, sia in bianco e nero sia a colori, immagini digitali.

Va considerato ai fini conservativi che le fotografie aeree nascono come "strumento di lavoro", e questa loro peculiarità ha comportato che per lungo tempo non siano state trattate e conservate con il riguardo dovuto alle fotografie storiche; inoltre alcuni supporti primari quali ad esempio le pellicole su base acetato, in ragione della loro instabilità rilasciano sostanze (nella fattispecie, l'acido acetico) che sono incompatibili con la buona conservazione degli altri materiali.
E'evidente che data la peculiarità delle fotografie aeree, c'è voluto del tempo per maturare consapevolezza della necessità di elaborare specifiche strategie di conservazione. Necessità sempre presenti nelle intenzioni dei funzionari e dei responsabili che nel tempo si sono avvicendati in AFN. A partire da Giovanna Alvisi, che già negli anni 80 rimarcava il deterioramento di alcune fotografie e si avviavano analisi specifiche e rilevamenti sul microclima, passando per Maria Filomena Boemi, fino a Elizabeth Jane Shepherd.

La conservazione preventiva

Proprio a partire dal 2007 in seno all'AFN iniziano a scaturire proposte strutturate di organizzazione delle fotografie in ambienti caratterizzati da un microclima confacente alla stabilità a lungo termine in dipendenza della loro natura chimica, pur rispettando le integrità archivistiche dei differenti Fondi e delle collezioni. Con l'esperienza dell'Archeologa Elizabeth Jane Shepherd, responsabile dell'Aerofototeca Nazionale dal 2008, alla formulazione di progetti multidisciplinari che hanno investito il Patrimonio dell'AFN in toto a partire dalle singole fotografie fino alla qualità degli ambienti destinati ad ospitarle [6]. Nel 2012 è stato istituito il gruppo di lavoro multidisciplinare con Indirizzo metodologico nell'ambito delle varie discipline della conservazione preventiva a supporto delle attività, ordinarie e straordinarie, nell'ambito dell'area fotografica e di documentazione storica di ICCD, ICR, ICPAL composto da esperti: Carlo Cacace, per le tematiche fisiche-ambientali (ICR), Daniela S. Palazzi, per le tematiche chimiche (ICCD), Donatella Matè, per le tematiche biologiche (ICPAL), Roberta Bollati, per gli aspetti conservativi e del restauro (ICR).

L'approccio conservativo adottato ha quindi tenuto conto delle relazioni chimico-fisiche e biologiche che si instaurano tra i manufatti e l'ambiente ospitante, al fine di minimizzare le reazioni degradative dei materiali costituenti i manufatti stessi [7]. Tali reazioni sono causate sia dalla natura chimica dei materiali costituenti, sia dalle caratteristiche microclimatiche degli ambienti, sia dalla composizione chimica di custodie, contenitori e materiali a contatto con le fotografie e sia dalla presenza di sostanze inquinanti nell'aria.uella di conoscere
Per questo motivo le fotografie sono state archiviate in locali differenti a seconda della tipologia del materiale, rispettando l'unità ed integrità dei Fondi [8].
Lo sviluppo dei progetti conservativi e delle azioni inerenti ha portato all'installazione, negli ambienti di conservazione dell'Aerofototeca, di un sistema di monitoraggio microclimatico in grado di rilevare, tramite sonde misuratrici, valori locali di temperatura ambiente, temperatura a contatto, umidità relativa, flusso di aria, concentrazione di CO_2, visualizzandoli in tempo reale su un quadro sinottico e di immagazzinarli presso un server remoto, dal quale è possibile lo scarico e l'elaborazione dei dati. [<http://iccd.imieidati.it/login>].
In questo modo è possibile conoscere le differenti situazioni locali, nei diversi momenti della giornata e nell'alternarsi delle stagioni: l'insieme di questi dati permette di studiare le azioni correttive sull'ambiente con i più opportuni sistemi di climatizzazione.



Fig. 3. Monitoraggio microclimatico: una sonda mobile per la misurazione di temperatura ed umidità relativa (nel cerchio rosso), ed il misuratore di CO_2 (indicato con il punto bianco), collocate nell'archivio negativi AFN: i contenitori metallici originali contengono bobine intere di pellicola.

Come già accennato, la presenza di negativi su pellicole in acetato, soggetti alla reazione degradativa nota come vinegar syndrome che causa il rilascio di acido acetico, volatile, ha creato un notevole apporto all'inquinamento indoor: da ciò, a seguito di numerose ed estese determinazioni chimiche sulla qualità dell'aria nei locali interessati, è scaturita la necessità di isolare i negativi su base acetato in locali dedicati, differenziati a seconda dello stato di conservazione. In relazione ai risultati delle analisi i locali sono corredati da un filtro chimico (Fig 3) a base di carbone attivo e di allumina attivata. Allo stesso tempo è necessario seguire l'evoluzione degradativa dei negativi su pellicola, che, per quanto rallentata nella sua velocità mediante il controllo delle condizioni terrmoigrometriche dell'ambiente, risulta comunque ineluttabile ed irreversibile. Questo avviene mediante il monitoraggio con AD Strips ® (Fig. 4) sulle pellicole **[9]**. Non è stato trascurato l'aspetto del biodeterioramento, con il monitoraggio entomologico realizzato mediante un adeguato numero di trappole per insetti striscianti e volatori sistemate sugli scaffali, a terra, in zone buie e in zone luminose.
Oltre ai fondamentali aspetti microclimatici e chimici appena illustrati, la strategia conservativa tiene conto del fattore umano come responsabile di atti involontariamente deterioranti, ma anche come parte attiva del processo di conservazione. In quest'ottica sono state redatte delle linee guida, calate in situazioni reali di consultazione e di gestione quotidiana degli archivi fotografici in AFN ma anche negli altri archivi ICCD, in cui vengono fornite indicazioni sulla corretta movimentazione e manipolazione delle fotografie (http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=3068); è stata anche redatta una scheda ispettiva che può essere scaricata ed utilizzata per annotare le situazioni in atto negli archivi: lo stato dei contenitori, degli alloggiamenti, delle murature e degli infissi, la presenza di muffa, polvere o odori particolari e quant'altro possa essere notato come eventuale anomalia nello stato degli ambienti e dei contenitori (http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=4804). La scheda ispettiva non analizza lo stato delle fotografie: per questo specifico dettaglio è stata invece redatta una scheda conservativa, ad uso di restauratori e di personale esperto (http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=6072).



Fig.4. Filtro chimico a ricircolo d'aria per l'assorbimento delle sostanze organiche volatili, situato nell'Archivio negativi dell'AFN

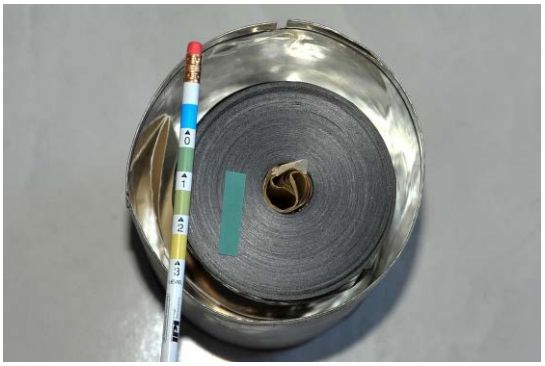


Fig. 5. Monitoraggio della vinegar syndrome mediante AD Strips® su una bobina di pellicola in acetato di cellulosa (fondo A.M., AFN)

Questa strategia, basata sull'approccio multidisciplinare alla conservazione preventiva, ha segnato un notevole passo in avanti che ha influenzato ed ispirato in seguito molte azioni conservative e di prevenzione anche negli altri archivi fotografici dell'ICCD (http://www.iccd.beniculturali.it/getFile.php?id=3069): ad esempio, il monitoraggio microclimatico è stato esteso al Laboratorio per la Fotografia ed in seguito ai locali della Fototeca e al Museo.

Conservazione e restauro tra passato presente e futuro

Alla luce di quanto riportato, ma anche visionando sul sito istituzionale le sezioni relative ai Fondi fotografici, ai fotografi e alle tecniche, si può avere un'idea della mole di materiale e di informazioni che il poco personale attualmente in forza all'Istituto si trova a dover gestire. Come sovente capita ormai in molti organismi del MiBACT, la cui dotazione organica è costantemente erosa da pensionamenti che non trovano sostituzione, ci si barcamena cercando di ottimizzare le risorse a disposizione, adeguandosi alle varie riforme e ai mutamenti che ne conseguono **[10].** Un cambiamento abbastanza recente (inizio 2019) è stato l'insediamento del nuovo direttore, l'arch. Carlo Birrozzi, mentre poco prima entrava a far parte della squadra il primo restauratore di ruolo nella storia dell'ICCD. La presenza del restauratore stabile (in passato le necessità erano state risolte con collaboratori a contratto) ha dato impulso in tempi brevi all'allestimento di spazi dedicati alla conservazione e al restauro **[11]** e all'acquisizione di attrezzature e materiali sempre disponibili per le diverse esigenze dell'Istituto (Figg. 5 e 6). Considerando le problematiche normalmente necessarie per il reperimento di fondi, spazi, selezione dei fornitori (e alcuni i ritardi dovuti alla pandemia) possiamo essere soddisfatti del risultato anche in termini di tempi di realizzazione.





Figure 6 e 7. I due ambienti contigui che ospitano le attività di laboratorio.

Ulteriori spazi resi disponibili sono un locale per lo stoccaggio dei materiali di consumo (dotata di scaffalature, armadi e una grande cassettiera) e un cosiddetto laboratorio cornici [12], che semplifica la realizzazione in house di allestimenti e disallestimenti delle mostre previste dal piano di valorizzazione dell'Istituto. I curatori delle esposizioni temporanee realizzate nelle sale del Museo e/o nella ex Chiesa delle Zitelle (che si fronteggiano su due lati opposti del chiostro) possono ora fare affidamento su un piccolo staff di supporto [13], sempre disponibile per le esigenze del caso. Al laboratorio fanno riferimento anche altri settori, come la Fototeca, l'Aerofototeca, il Museo e il servizio per i prestiti. Viene attuata una progettazione focalizzata sul completamento di interventi su un particolare fondo o parte di esso (es. ferrotipi Becchetti, autocromie Chigi, grandi formati Becchetti), intercalata da interventi spot o da ricerche sul campo (es. negativi calotipici del fondo Tuminello).

Per quanto riguarda più in generale la conservazione delle collezioni, a settembre 2019, il Direttore ha dato impulso ad una riflessione sistematica sulla situazione conservativa dell'intero patrimonio fotografico dell'ICCD ed è stata avviata una valutazione sul tema dei depositi, nell'ottica di razionalizzare e potenziare quanto fatto in passato. L'orientamento al problema non poteva che essere multidisciplinare. Un nutrito gruppo di colleghi, ciascuno con un ruolo chiave all'interno della struttura dell'Istituto, ha dato il proprio contributo per avviare una verifica sui beni e sulle loro dislocazioni, in modo da poter indicare nuove esigenze in termini spaziali e prestazionali. Parallelamente la ricognizione è stata mirata all'individuazione di spazi utili alle nuove necessità individuate (possibilmente spazi aventi già dei requisiti accettabili rispetto al microclima, nell'ottica della migliore sostenibilità dell'intervento). Uno dei problemi maggiori, come è intuitivo, risiede nell'essere ubicati in un palazzo storico, con tutti gli impedimenti fisici che ne conseguono. In un primo momento sono state quantizzate e qualificate le esigenze dei materiali (con la definizione dei metri lineari necessari nelle diverse

condizioni microclimatiche), e successivamente (e realisticamente) sono state valutare le oggettive possibilità di ubicazione offerte dai locali di cui si poteva effettivamente disporre [14].

Come anticipato in premessa il nostro vastissimo ed eterogeneo patrimonio fotografico è in parte concentrato in alcuni spazi dedicati (Fototeca, Aerofototeca, depositi climatizzati, depositi con dispositivi a piani rotanti, depositi con impianto robotizzato Densimatic) ma anche diffuso in locali e/o e contenitori, in situazioni che talvolta da temporanee (in risposta ad una nuova acquisizione o ad uno spostamento) hanno finito per stabilizzarsi. La prima ipotesi presa in considerazione è stata quella di concentrare beni di tipologia simile in grande uno spazio condiviso **[15]** eventualmente compartimentato a diverse condizioni microclimatiche secondo le esigenze dei materiali. A seguito di valutazioni sulla fattibilità di tale intervento, che mirava a razionalizzare la sistemazione degli impianti di condizionamento e di sistemi di sicurezza (compreso il sistema antincendio) si è dovuta abbandonare questa ipotesi, che avrebbe comportato difficoltà esecutive, costi rilevanti e il sacrificio di connessioni ormai storicizzate fra i beni dell'ICCD. Questo proponimento allo stato dei fatti non è risultato opportuno, anche perché parte del materiale da collocare in ambienti idonei sarebbe comunque rimasto escluso da tale sistemazione. Le problematiche dei diversi insiemi di beni sono state quindi prese in esame separatamente e affrontate in sequenza.





Fig. 8 e 9 Depositi climatizzati diversamente attrezzati con scaffalature (profonde 60 cm), anche su ruote per poter rimodulare la disposizione. In queste immagini sono visibili i contenitori in cui le fotografie vengono ricondizionate, non acidi e PAT-passed o le scatole originali (a sinistra in Fig. 9) del periodo della II guerra mondiale (Fondo MAPRW, AFN - ICCD).

Il prossimo intervento da intraprendere avrà come oggetto il deposito dei negativi GFN e sarà dunque messa in atto la prevista separazione fra il materiale su supporto in vetro da quello su supporto pellicolare, e nell'ambito di quest'ultimo la separazione fra acetati e nitrati. La realizzazione pratica di questa risoluzione presenta però notevoli difficoltà. La struttura che ospita attualmente la gran parte dei negativi, un impianto automatizzato Densimatic (che fu un investimento notevole per l'ICCD), ha sicuramente consentito la possibilità di mantenere in un unico ambiente una notevolissima quantità di materiale fotografico - alloggiato in grandi cassetti metallici - facilmente accessibile. Una volta individuato l'item sui registri (mediante il numero d'inventario) per conoscere il cassetto da richiamare, l'apparecchiatura movimenta il cassetto, prelevandolo dalla sede di stazionamento e facendolo scorrere fino al piano dell'operatore. I negativi sono inseriti singolarmente in buste **[16]**, posizionati in posizione verticale e leggermente inclinati, con un ordinamento per numero di inventario crescente; ciascuno dei circa 200 grandi cassetti può contenerne mediamente da 500 a 1000 (ma anche fino a 7000 nel caso dei formati più piccoli). Col tempo purtroppo le criticità del macchinario si sono amplificate, tanto da far attualmente preferire l'ipotesi di smantellamento della struttura alla sua manutenzione.





Figure 10 e11. Negativi in diversi formati inseriti nelle buste GFN, in questo caso estratti dal Densimatic per la digitalizzazione.

Poiché dagli esiti della valutazione comparata dei potenziali locali da destinare a deposito **[17]** il più adeguato è risultato essere proprio quello che attualmente contiene il Densimatic e tutti i negativi, il problema non banale da affrontare è il trasferimento temporaneo in altro luogo del materiale fotografico, nelle more dello smantellamento e del riallestimento ad esito di un progetto ad hoc (mettendo in conto che le operazioni di ricondizionamento del materiale fotografico all'interno di nuovi involucri - acid free/PAT passed - comporteranno ad un incremento della superficie destinata alla conservazione del materiale fotografico).
Successivamente è previsto che altre risorse siano destinate alla collocazione del materiale a colori, alle nuove acquisizioni di fotografia contemporanea. Un discorso a parte meriterebbero anche i vasti ambienti occupati dalla Fototeca, in parte oggetto negli anni scorsi di una ristrutturazione molto accattivante, dove con interventi mirati potrebbero essere ancor meglio coniugate le esigenze di fruizione e studio con quelle conservative.

Tecnologie informatiche per la valorizzazione e la fruizione. La digitalizzazione: un ausilio fondamentale anche per la conservazione.

La gestione del patrimonio culturale, nel rispetto del Codice dei beni Culturali e del paesaggio, mette in relazione l'attività di tutela e quella di valorizzazione; gestire un bene culturale implica garantire la sua fruizione pubblica, come espressione di valori culturali che vengono adeguatamente valorizzati e trasmessi alle generazioni future.

In questo contesto l'allora Direttore Laura Moro, con l'obiettivo di rendere il proprio patrimonio di immagini, attuale e futuro, facilmente gestibile e totalmente fruibile, ha fortemente voluto la progettazione e la realizzazione di uno strumento efficiente ed unificato di gestione, conservazione e diffusione delle immagini, nell'intento di riorganizzare i materiali, garantirne una corretta conservazione, attivare un processo di valorizzazione ed incrementarne la fruibilità.

Su queste premesse l'Istituto ha lavorato dal 2011 ad un progetto, in collaborazione con l'università di Bologna "Alma mater studiorium", finalizzato alla realizzazione di un *Sistema di archiviazione e gestione delle immagini digitali (SAGID*), che ha consentito di gestire tanto le fasi inventariali degli archivi di fotografia storica, necessarie per la fruizione materiale dei beni "originali", quanto quelle di digitalizzazione e fruizione sul web del patrimonio di immagini ad essi correlato, recuperando nel contempo tutte le diverse banche dati che erano presenti in Istituto.

Attraverso la conversione in digitale è stata garantita in primo luogo la conservazione dell'originale (lastra, negativo su pellicola, diapositiva, positivo, ecc.), che non deve essere più "toccato" se non per i necessari interventi conservativi; inoltre, dal dato digitale "master", effettuato nel rispetto dei più alti livelli qualitativi di acquisizione, sarà sempre possibile avere copie senza perdita di informazione e degrado qualitativo o file derivati per utilizzi legati alla diffusione ed alla valorizzazione su prodotti specifici o sul Web.
La necessità di ottimizzare i vari passaggi nel trattamento delle immagini nonché la necessità di creare strumenti in grado di gestire in modo automatico e programmato funzioni di manutenzione (quali possono essere il *backup* e il rinnovo dei supporti), ha condotto verso l'adozione di un sistema centralizzato dove files, cartelle e banche dati si trovino fisicamente concentrati su una unica macchina (server) che li renda disponibili a tutti gli utenti secondo modalità e privilegi di accesso prestabiliti.
Il SAGID è stato messo in produzione in via sperimentale nel 2012 ed è entrato a regime dal 2013. Negli anni successivi è stato oggetto di una serie di interventi di manutenzione evolutiva finalizzati a migliorare le prestazioni del sistema e far fronte alle nuove esigenze funzionali emerse con l'uso.

Da circa due anni è però sembrata indispensabile una ristrutturazione dei sistemi di gestione e pubblicazione delle risorse per rispondere, con l'uso di tecnologie innovative, alle crescenti esigenze in termini di qualità e di quantità dei dati e delle immagini fotografiche, da pubblicare su una nuova ed unica piattaforma.

L'obiettivo che L'ICCD si è posto è stato quello di acquisire una piattaforma per la gestione condivisa delle immagini e dei dati collegati partendo dalla base dati SAGID, già disponibili in formato Linked Open Data e integrando le riproduzioni digitali già disponibili e quelle da integrare, pubblicandole progressivamente secondo lo standard IIIF (International Image Interoperability Framework).
Per rendere maggiormente funzionale il modello descrittivo e più affine agli standard archivistici nazionali, è stato necessario prevedere l'aggiunta di diversi livelli descrittivi non contemplati finora nell'applicativo SAGID.
L'obiettivo è quindi quello di sviluppare una infrastruttura hardware scalabile e basata su software open source, replicabile presso tutte quelle PA che hanno l'esigenza di condividere il proprio patrimonio fotografico e ci auguriamo che possa essere raggiunto entro l'anno.

NOTE

[1] La sede dell'ICCD occupa il blocco orientale del Complesso monumentale di San Michele a Ripa Grande, Questa parte, denominata Conservatorio delle Zitelle, fu realizzata come aggiunta conclusiva dell'intero edificio a partire dal 1790 sotto Pio VI. L'edificio, nato per volontà di papa Innocenzo XI (1676-1689) per accogliere ragazzi abbandonati e poveri vecchi, fu costruito in fasi successive in circa centocinquanta anni nell'area retrostante l'antico porto fluviale.
[2] B. Fabjan (a cura di), *Immagini e memoria. Gli archivi fotografici di istituzioni culturali della città di Roma,* Roma, Gangemi, 2014.
[3] E. J. Shepherd, *Gestire oggi un grande archivio fotografico: l'Aerofototeca Nazionale tra problemi e prospettive*, Atti della giornata di studi Archivi dell'archeologia italiana. Progetti, problemi, prospettive, Firenze,16 giugno 2016 Mibact, DGA, 2020.
[4] E. J. Shepherd, D. S. Palazzi, G. Leone, M. Mavica, *La collezione c.d. USAAF dell'Aerofototeca nazionale. Lavori in corso*, in «Archeologia aerea. Studi di aerotopografia archeologica», 6 (2012).
[5]] M. Guaitoli (a cura di) *Lo sguardo di Icaro: le collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio*, Roma, Campisano, 2003.
[6] M.F. Boemi – D. S. Palazzi, E. J. Shepherd, C. Cacace, B. Zampetti, *Prima della fruizione: tutela preventiva del patrimonio aerofotografico nazionale*, in Innovazione e tecnologia: le nuove frontiere del MiBAC, Roma, Mirabilia, 2008 (Lu.Be.C. Digital technology, Lucca beni culturali 2008).
[7] In merito alla caratterizzazione dei materiali costituenti le fotografie è in atto una collaborazione tra AFN e l'Università della Tuscia (Prof. Claudia Pelosi), nell'ambito della quale vengono svolte tesi di laurea mirate all'analisi chimico fisica per il riconoscimento delle differenti basi plastiche utilizzate nei negativi su pellicola;
[8] Laddove si debba rendere necessario separare, per motivi di incompatibilità conservativa, diverse parti di uno stesso Fondo, è rigorosamente tenuta in considerazione e registrata ogni relazione archivistica necessaria a non disperdere il Fondo stesso e la sua integrità.
[9] D.S. Palazzi: Aerofototeca Nazionale. Report sullo stato di conservazione delle pellicole negative del fondo Aeronautica militare (AM), 2016 in <http://www.iccd.beniculturali.it/index.php?it/540/analisi-e-sperimentazioni>.
[10] L'ultima riforma (Regolamento di organizzazione del Mibact, DPCM 2 dicembre 2019 n.169) ha previsto tra l'altro l'istituzione della Digital Library, una sorta di Direzione Generale che dovrà dettare l'agenda in materia di digitalizzazione del patrimonio e svolgere funzioni di indirizzo sull'ICCD e su altri istituti, diretta dall'arch. Laura Moro.
[11] Le attività si conservazione e restauro venivano comunque svolte con una certa regolarità, in spazi di volta in volta disponibili. Sono stati ospitati anche stage curricolari e tesi di Laurea in convenzione con Università e SAF.
[12] L'istituto ha voluto di dotarsi di particolari cornici dotate di vetro antiriflesso, che presentano un sistema di montaggio e smontaggio caratterizzato da una grande reversibilità, che semplifica moltissimo le operazioni di inserimento e rimozione dei passepartout. La fornitura di cornici e dei costosi vetri richiede essa stessa attenzione nel momento in cui viene messa in stand by, su una scaffalatura appositamente realizzata. Il laboratorio delle cornici era già presente, realizzato a cura dell'architetto Gloria Tammeo, ed è stato spostato e razionalizzato con il recente riallestimento che ha un po' rivoluzionato l'ala del secondo piano dedicata alla fotografia.
[13] È stata fortunatamente mantenuta la possibilità di collaborare a contratto con restauratrici specializzate, sia su progetti specifici in autonomia, sia in team con il personale interno.
[14] Si tratta sempre di ambienti molto ingombrati e aventi una destinazione d'uso. Spostarne il contenuto implicava comunque trovare ulteriori spazi e modi di ricollcazione.
[15] Partivamo dal presupposto che in un ambiente con temperatura compresa tra 14-18 gradi, UR tra il 40 e il 45 per cento, e illuminazione tra i 50 e i 100 lux possono coesistere positivi in bianco e nero (anche in album); negativi in lastre di vetro e negativi in poliestere.
[16] Le buste sono per lo più quelle utilizzate tradizionalmente dal GFN, aperte su due lati, in carta non conservativa.
[17] Come ausilio alla valutazione è stata impostata una griglia che consentisse di valutare pro e contro (contenuto attuale, cubatura, stato delle murature, presenza di tubazioni/condotte, valori ambientali rilevati, facilità di accesso, spazio per impianti condizionamento, spazio per impianto antincendio, possibilità di compartimentazione, possibilità di spazi di supporto al deposito, presenza di finestre e aperture, pro e contro, tipologia di beni prevista). Negli ambienti valutati sono stati installati i datalogger e raccolte anche informazioni "storiche" su eventuali criticità presentatesi in passato.

ORGANOGEL PER LA PULITURA DI MATERIALI FOTOGRAFICI E CINEMATOGRAFICI IN ACETATO DI CELLULOSA

Pamela Ferrari*, Giulia Fraticelli, Laura Santi***, Barbara Cattaneo****, Rodorico Giorgi*****

* Borsista di ricerca, Università degli Studi di Firenze, CSGI e Dipartimento di Chimica "Ugo Schiff", Via della Lastruccia 3, 50019, Sesto Fiorentino, 329 3935424, pamelaferrari.84@gmail.com
** Restauratrice freelance, via Gramsci 309, 50019, Sesto Fiorentino, 338 5205090, giuliafraticelli@hotmail.it
***Tesista, Università degli Studi di Firenze, CSGI e Dipartimento di Chimica "Ugo Schiff", Via della Lastruccia 3, 50019, Sesto Fiorentino, laura.santi1@stud.unifi.it
****Restauratrice, Opificio delle Pietre Dure, Viale F. Strozzi, 1, 50129, Firenze, 055 4625442, barbara.cattaneo@beniculturali.it
*****Professore associato, Università degli Studi di Firenze, CSGI e Dipartimento di Chimica "Ugo Schiff", Via della Lastruccia 3, 50019, Sesto Fiorentino, rodorico.giorgi@unifi.it

Abstract

I materiali fotografici e cinematografici sono spesso interessati dalla presenza di nastri adesivi (PST, dall'acronimo inglese di *Pressure Sensitive Tape*) e residui di adesivo, la cui rimozione può rendersi necessaria nei casi in cui il loro deterioramento potrebbe intaccare i supporti sui quali sono posizionati. I metodi di pulitura ad oggi comunemente adottati (metodi meccanici a secco, solventi allo stato libero) presentano degli inconvenienti che in questo lavoro si è cercato di superare sviluppando una metodologia che prevede l'impiego di solventi a basso impatto eco-tossicologico caricati in matrici polimeriche. Nello specifico sono stati testati carbonati alchilici (dietil e dimetil carbonato, rispettivamente DEC e DMC) caricati all'interno di organogel semi-interpenetrati poli(etilmetacrilato)/poli(etilenglicole) (PEMA/PEG) per la rimozione di PST da pellicole fotografiche negative in acetato di cellulosa e per la loro pulitura. L'impatto dei solventi su tali supporti è stato preliminarmente valutato tramite analisi di Spettroscopia Infrarossa in Riflettanza Totale Attenuata (ATR-FTIR), misure termogravimetriche (DTG) e Microscopia a Scansione Elettronica a Emissione di Campo (FEG-SEM). Ulteriori analisi sono state condotte su modelli creati in laboratorio per la simulazione di interventi di pulitura. Visti i promettenti risultati sperimentali, gli organogel sono stati adottati in interventi di restauro di pellicole fotografiche e cinematografiche in acetato di cellulosa.

Introduzione

Tra i più comuni problemi conservativi riscontrati su pellicole fotografiche e cinematografiche e su lastre in vetro si annovera la presenza dei *Pressure Sensitive Tape* (PST), ossia i nastri adesivi un tempo usualmente impiegati per mascherature e giunte. I PST sono sistemi multistrato in cui sul supporto (solitamente carta o plastica) è applicato uno strato di collante non idrosolubile il cui degrado può incidere sui materiali fotografici e cinematografici da conservare: in particolare, l'invecchiamento degli adesivi può comportare danni a carico dell'emulsione fotografica, creando interazioni chimiche deleterie per il dato immagine, seppur obliterato in fase di preparazione per il suo uso in stampa o proiezione; inoltre, la contiguità di residui acidi degli adesivi può provocare la comparsa di macchie e causare alterazioni fisiche, inficiando così l'equilibrio del sistema multistrato degli oggetti in esame, oltre a causarne, in alcuni casi, la perdita di funzionalità, come accade per il decadimento delle giunte nelle pellicole cinematografiche [1].
Tali problematiche posso spingere verso la scelta necessaria di rimuovere i PST e i residui di adesivo tramite puliture degli originali, che nella prassi corrente di restauro vengono di norma eseguite mediante interventi meccanici a secco o tramite l'impiego di solventi moderatamente tossici allo stato libero (tra i più comuni alcoli, eteri e chetoni). Gli inconvenienti connessi a queste metodologie di intervento sono molteplici e spaziano dai danni fisici, quali lacerazioni e perdita di materiale, alle alterazioni chimiche, come solubilizzazioni indesiderate, formazione di aloni, rigonfiamenti dei supporti, fino all'impatto sull'ambiente e sulla salute degli operatori.
Nell'ottica di superare tali inconvenienti, in questo lavoro si presenta una metodologia che prevede l'impiego di solventi a basso impatto eco-tossicologico confinati in matrici polimeriche. Sulla base dei parametri di solubilità, e dunque dell'efficacia dei solventi nell'interazione con le diverse componenti dei PST da rimuovere, è stata selezionata la classe dei carbonati alchilici: in particolare è stato sperimentato l'impiego di dimetil carbonato (DMC) e dietil carbonato (DEC) caricati in organogel semi-interpenetrati poli(etilmetacrilato)/poli(etilenglicole) (PEMA/PEG) su pellicole fotografiche negative bianco/nero e colore in acetato di cellulosa. Il confinamento dei fluidi impiegati per la pulitura consente di limitare notevolmente i potenziali effetti negativi correlati all'utilizzo di solventi in forma libera [2]: in tal senso le proprietà ritentive dei gel sono fondamentali nel limitare l'azione del solvente all'interfaccia gel/superficie così da ridurre i rischi correlati alla penetrazione ed allo spandimento del

solvente; inoltre i gel, limitando evaporazione e rilascio della fase liquida consentono anche di contenere lo spreco di solvente, con positivi risvolti inerenti valutazione economiche ed eco-tossicologiche. Organogel polimerici a base di poli(metilmetacrilato) e poli(etilmetacrilato) sono già stati impiegati con successo in passato per la pulitura di opere d'arte di vario tipo [3–6].
In questo studio, in via preliminare, le proprietà ritentive dei gel PEMA/PEG caricati con DMC e DEC sono state verificate tramite valutazioni del contenuto di solvente all'equilibrio e di prove di rilascio del solvente su substrati modello. In seguito alle applicazioni dei solventi sui negativi campione, le eventuali alterazioni causate dal loro impiego sono state valutate tramite indagini di Spettroscopia Infrarossa in Riflettanza Totale Attenuata (ATR-FTIR), Termogravimetria Differenziale (DTG) e Microscopia a Scansione Elettronica a Emissione di Campo (FEG-SEM). Ulteriori analisi sono state condotte su modelli creati in laboratorio per la simulazione di interventi di pulitura. Dati gli esiti della fase sperimentale, organogel PEMA/PEG caricati con alchil carbonati sono stati impiegati anche in casi di studio reali, consentendo la rimozione di PST e residui di adesivo da pellicole in acetato di cellulosa.

Materiali e Metodi

Materiali

Etile metacrilato (EMA) (Sigma-Aldrich, purezza ≥ 98.5%), etilenglicole dimetacrilato (EGDMA) (Sigma-Aldrich, purezza ≥ 99%), azobisisobutirronitrile (AIBN) (Fluka, purezza > 98%), poli(etilenglicole) (Fluka, peso molecolare medio ≈ 35000 kDa) (PEG) e 2-propanolo (2-prOH) (CTS, alcol isopropilico denaturato, 4% alcol isobutilico) sono stati usati per la sintesi dei gel. Dietil carbonato (DEC) (Sigma-Aldrich, purezza ≥ 98.5%) e dimetil carbonato (Sigma-Aldrich, purezza 99%)) sono i solventi caricati nei sistemi gelificati. Tutti i prodotti chimici sono stati impiegati tal quali. I negativi utilizzati come campioni di laboratorio, bianco/nero (nbn) e colore (nc), sono stati forniti da Kodak® (nbn: *Kodak 5052 TMX*; nc: *Kodak Ga 100 50 95*); per la simulazione dell'intervento di pulitura sono stati creati appositi modelli tramite applicazione di un nastro isolante (IT, Tesa 56193) su entrambi i lati (emulsione e supporto) del campione nc.

Preparazione degli organogel

La sintesi degli organogel PEMA/PEG è stata effettuata tramite una reazione di polimerizzazione radicalica in cui il monomero EMA, assieme all'iniziatore AIBN e all'agente reticolante EGDMA, è stato disciolto in una soluzione polimerica di catene lineari di PEG in 2-propanolo. Il fluido ottenuto è stato quindi versato in stampi in vetro e la sintesi condotta in stufa in modo simile a quanto descritto in precedenti lavori [3,5]. Al termine del processo di gelificazione si ottengono gel bianchi, opachi e flessibili, insolubili in DEC e DMC a temperatura ambiente. I campioni di gel (spessore circa 1-2 mm, 2x5 cm^2, 5 g) sono quindi stati immersi in 10 ml di solvente (DEC o DMC) per 24 ore in modo tale da estrarre l'eventuale monomero non reagito e le catene polimeriche non efficacemente intrappolate nella matrice sintetizzata. Dopo la prima estrazione, il solvente è stato sostituito. La caratterizzazione chimico-fisica degli organogel è stata effettuata dopo 7 giorni di immersione nel nuovo solvente.

Caratterizzazione chimico-fisica dei sistemi gelificati

La composizione chimica degli organogel è stata verificata tramite analisi ATR-FTIR allo scopo di valutare l'efficacia del processo di miscelazione PEMA/PEG. Per le analisi è stato impiegato uno spettrometro Thermo Nicolet Nexus 870 FTIR equipaggiato con Golden Gate e cella di diamante; gli spettri sono stati acquisiti con un detector MCT (area di campionamento 150 μm^2), mediando 128 scansioni nel range 4000 – 650 cm^{-1}, con una risoluzione spettrale di 4 cm^{-1}. Prove gravimetriche sono state condotte per valutare le capacità di ritenzione dei gel sintetizzati. Il contenuto di solvente all'equilibrio (*ESC%*), ossia la quantità di solvente che il gel è in grado di caricare, è stato così calcolato:

$$EEEEEE\% = \frac{MM_{ss}}{MM_{gg}} \cdot 111111\% \qquad \textit{Eq. 1}$$

dove M_s è la quantità di solvente contenuto nel campione di gel, M_g la massa complessiva del gel all'equilibrio nel solvente. M_s è determinato come

$$MM_{ss} = MM_{gg} - MM_{pp} \qquad \textit{Eq. 2}$$

in cui M_p è la massa della sola matrice polimerica, ottenuta essiccando il gel in stufa a 30°C per 2 ore sotto flusso di azoto e lasciandolo sotto cappa per 24 ore fino a peso costante.
La capacità dei gel di rilasciare i solventi in maniera controllata è stata quindi valutata su substrati non porosi modello: i gel, precedentemente equilibrati con il solvente e tamponati con carta assorbente per rimuovere eventuali gocce sulla loro superficie, sono stati posizionati su supporti di alluminio (5x5 cm^2) per 15 minuti, un tempo rappresentativo di un intervento su un caso di studio reale. Durante i test, i gel sono stati coperti con fogli di Mylar® in modo da limitare l'evaporazione di solvente. La quantità di solvente rilasciato (SR) è stata misurata gravimetricamente e normalizzata per unità di area di applicazione.

Test sperimentali su pellicole in acetato di cellulosa

Prima dell'impiego degli organogel in casi studio reali, sono stati valutati gli effetti dei trattamenti a solvente su negativi campione. I possibili danni legati all'utilizzo di DMC e DEC sono stati preliminarmente testati tramite prove di immersione nei solventi (1- 60 minuti). Anche nei casi in cui sono stati osservati danni indotti ai substrati trattati dai solventi liberi, ulteriori test sono stati condotti confinando i solventi all'interno dei gel PEMA/PEG. È infatti noto che il confinamento di fluidi per la pulitura all'interno di gel ne limiti significativamente gli eventuali effetti negativi, dal momento che la viscosità del sistema polimerico diminuisce la penetrazione del fluido nella matrice trattata, permettendo così un miglior controllo dell'intervento [2]. In questo contesto è stata dunque studiata la capacità di ritenzione dei gel PEMA/PEG; per i test, i gel sono stati tagliati con un bisturi in modo da non superare la dimensione dei negativi, tamponati con carta assorbente, applicati sui campioni e coperti con fogli di Mylar®.

La caratterizzazione chimico-fisica dei negativi fotografici è stata eseguita mediante spettroscopia ATR-FTIR, analisi termogravimetriche (DTG) e Microscopia Elettronica a Scansione con Sorgente ad Emissione di Campo (FEG-SEM). Le analisi termiche sono state condotte con un apparato SDT Q600 (TA Instruments); i campioni (2-3 mg) sono stati collocati in portacampioni in alluminio e sottoposti ad una rampa termica di 10°C/min , da 20 a 500°C, in atmosfera di azoto (100 ml/min). Le analisi di microscopia elettronica sono state eseguite tramite un microscopio FEG-SEM ΣIGMA (Carl Zeiss, Germania); per le analisi è stato utilizzato un potenziale di accelerazione di 5 kV e una distanza di lavoro di 0,9÷1,7 mm; i campioni di negativo per le analisi sono stati preparati con metallizzazione ad oro tramite metallizzatore automatico Agar Scientific.

L'efficacia dei sistemi PEMA/PEG nella rimozione di PST e residui di adesivo da negativi fotografici in acetato di cellulosa è stata quindi valutata su modelli di laboratorio, preparati applicando un nastro isolante (IT, con supporto in PVC e gomma stirene-butadiene [6]) sui campioni nc. La scelta di questa tipologia di PST è stata dettata dal suo diffuso utilizzo come mascherature durante il processo di stampa. Gli interventi di pulitura, eseguiti ad una settimana dalla preparazione dei modelli, sono stati condotti posizionando i gel sulla superficie del nastro adesivo da rimuovere e coprendoli con Mylar®; prima dell'applicazione i gel sono stati opportunamente modellati con bisturi, in modo da non superare la dimensione del PST, e asciugati delicatamente con carta assorbente per rimuovere l'eccesso di solvente dalla superficie. Dopo l'asportazione del supporto plastico di IT, l'efficacia degli organogel PEMA/PEG nella pulitura dai residui di adesivo è stata valutata tramite spettroscopia ATR-FTIR. Ulteriori analisi termogravimetriche (DTG) sono state condotte sui campioni per verificarne l'integrità in seguito all'intervento effettuato.

Visti i buoni risultati sperimentali conseguiti, i sistemi PEMA/PEG sono stati impiegati con successo in interventi di restauro su pellicole fotografiche e cinematografiche in acetato di cellulosa: è qui presentata la rimozione di un PST da una pellicola cinematografica Kodak in bianco/nero, degli anni '90, appartenente alla collezione privata di Marco Pagni Fontebuoni (FILM Ferrania s.r.l.) .

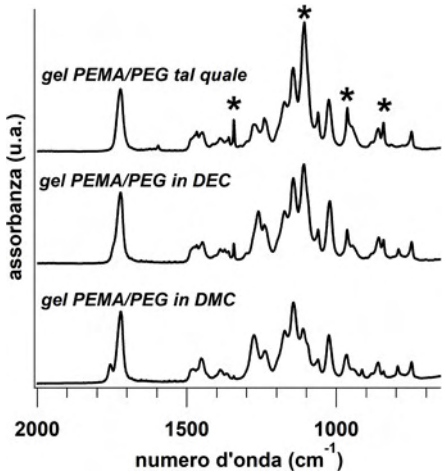
Risultati e Discussione

Composizione chimica dei gel e proprietà di rilascio di solvente

Gli organogel semi-interpenetrati PEMA/PEG sono sintetizzati attraverso una polimerizzazione in soluzione nel corso della quale il monomero EMA, attivato dall'iniziatore AIBN, forma catene polimeriche di poli(etilmetacrilato) che, a causa della presenza di EGDMA nella miscela di reazione, reticolano a formare una matrice tridimensionale; le catene lineari di PEG, non intervenendo nella processo di polimerizzazione, nel corso di esso vengono incluse all'interno del reticolo in formazione. L'efficacia dell'intrappolamento del PEG nella struttura tridimensionale del PEMA è stata verificata attraverso analisi ATR-FTIR condotte sui gel essiccati, esaminando le variazioni degli assorbimenti IR caratteristici dei gel prima e dopo un mese di immersione in DEC e DMC. In ciascuno degli spettri presentati in Figura 1 possiamo riconoscere gli assorbimenti distintivi del PEMA, i cui picchi più intensi sono a 1722 e 1143 cm^{-1} (rispettivamente lo stretching dei gruppi C=O e C-O-C [7,8]), ed alcuni segnali diagnostici per la presenza di PEG evidenziati dal simbolo *, quali i picchi a 1343 cm^{-1} (wagging del CH_2), a 1109 cm^{-1} (stretching del gruppo C-O-C del legame etereo), 963 e 843 cm^{-1} (rocking del CH_2) [8,9]. Negli spettri acquisiti sui gel ad un mese dalla loro immersione in DEC e DMC possiamo notare la diminuzione dell'intensità relativa dei picchi assegnati al PEG, con un'inversione delle intensità dei segnali a 1143 e 1109 cm^{-1} (rispettivamente assegnati a PEMA e PEG) nel gel immerso in DMC, dovuta alla parziale solubilizzazione del PEG. Tuttavia, da un monitoraggio costante effettuato acquisendo spettri IR una volta a settimana sui solventi di scambio (dati non presentati), non sono stati registrati cambiamenti significativi dopo la prima settimana di estrazione, sottolineando dunque l'efficacia dell'incorporazione del PEG nel reticolo di PEMA.

In Tabella 1 sono riportati i risultati sperimentali relativi ai parametri inerenti l'affinità gel/solventi. Il contenuto di solvente all'equilibrio (ESC%) indica la massa percentuale di solvente nei gel rispetto alla loro massa totale: i gel caricati con DEC e DMC sono caratterizzati da valori di ESC% simili (attorno all'80%), molto superiori alla quantità di solvente impiegato durante la sintesi, evidenziando una grande affinità della matrice PEMA/PEG nei confronti degli alchil carbonati.

La capacità ritentiva dei gel è stata ulteriormente testata attraverso prove di rilascio. Sebbene la quantità di solvente rilasciata su una superficie sia strettamente correlata alle sue caratteristiche chimico-fisiche, tali prove, condotte con procedure standardizzate su supporti modello, sono necessarie per valutare le corrette modalità e tempi di applicazione dei gel. Infatti nei casi in cui il substrato da trattare sia sensibile all'azione dei solventi, sarà opportuno procedere con tempi di applicazioni brevi in modo da limitare l'interazione solvente/superficie; contrariamente, se lo strato da rimuovere risulta tenace, i tempi di applicazione dovranno essere allungati. Inoltre, affinché i sistemi gelificati operino adeguatamente in interventi di pulitura, è necessario che le quantità di solvente rilasciato non sia né scarsa né eccessiva, in modo da evitare solubilizzazione indesiderate e formazione di aloni. I dati sperimentali registrati per i gel PEMA/PEG caricati con DEC e DMC condotti su supporti non porosi di alluminio (Tabella 1) evidenziano alte capacità ritentive dei gel (SR ≈ 1 mg/cm^2), in particolar modo del DMC. In precedenti studi tali valori si sono mostrati idonei alla rimozione di PST [5,6].



solvente	*ESC%*	*SR (mg/cm^2)*
DEC	78 ± 1	1.0 ± 0.1
DMC	83 ± 1	0.7 ± 0.2

Figura 1 e Tabella 1. Figura 1: Spettri ATR-FTIR (2000-400 cm^{-1}) degli organogel poli(etilmetacrilato)/poli(etilenglicole) (PEMA/PEG) tal quali (subito dopo la sintesi) e dopo un mese di immersione in dietil carbonato (DEC) e dimetil carbonato (DMC); il simbolo * indica gli assorbimenti distintivi del PEG. Tabella 1: Contenuto di solvente all'equilibrio (ESC%) e rilascio di solvente (SR) dei gel PEMA/PEG caricati con DEC e DMC; i dati presentati derivano dalla media di tre misure ripetute

Test applicativi su negativi campione

Prima di testare l'efficacia dei sistemi PEMA/PEG nella rimozione di PST dalle pellicole in acetato di cellulosa, gli effetti del trattamento con solventi alchil carbonati è stata preliminarmente indagata. La Figura 2 presenta le conseguenze macroscopiche del trattamento dei negativi campione (nbn e nc) con DMC e DEC. Il DMC si è rivelato significativamente più aggressivo del DEC: immersioni di 1 minuto nel solvente comportano infatti un apprezzabile imbarcamento di entrambi i campioni nbn e nc; di contro, i primi effetti negativi del DEC sugli stessi supporti si riscontrano in seguito a immersioni di 1 ora, con un incurvamento maggiore del campione nc rispetto al campione nbn. I test eseguiti con i gel hanno permesso di verificare separatamente gli effetti dei solventi sul lato emulsione e sul lato supporto: le immagini riportate in Figura 2 mostrano rilevanti deformazioni dei negativi quando il gel è stato applicato sul lato supporto, mentre nessuna deformazione evidente si riscontra in seguito al trattamento con gel sul lato emulsione. Da notare tuttavia che il confinamento dei solventi nel gel consente una manifesta diminuzione delle distorsioni indotte, evidenziando l'efficacia dei sistemi PEMA/PEG nel controllo dell'interazione solvente/superficie.

Gli effetti del trattamento di materiali in acetato di cellulosa con alchil carbonati sono stati quindi approfonditi tramite una campagna di caratterizzazione chimico-fisica dei negativi campione. Analisi di spettroscopia infrarossa (ATR-FTIR), riportate in Figura 3, sono state eseguite sui modelli tal quali e confrontate con i risultati ottenuti sui campioni trattati con i solventi liberi e confinati nei gel PEMA/PEG. Contrariamente a quanto evidenziato dai risultati macroscopici, gli spettri mostrano che anche il lato emulsione, costituito da elementi fotosensibili sospesi in uno strato di gelatina, è sensibile all'azione dei solventi: in particolare in Figura 3c riscontriamo la completa alterazione dello spettro dell'emulsione del negativo colore in seguito ad 1 minuto di immersione in DMC, con la diminuzione dell'intensità di tutti i segnali caratteristici della gelatina [10–12] e la comparsa dei segnali tipici del supporto in acetato (attorno a 1220 e 1020 cm^{-1}) [13–15]. Altro segnale di degrado dell'emulsione dei negativi campione dopo immersione nei solventi è dato dalla comparsa di assorbimenti nella regione attorno a 2930-2850 cm^{-1}, tipicamente associata allo stretching dei gruppi CH [8]; tali segnali potrebbero essere connessi a un fenomeno di disidratazione della gelatina, in cui variazioni della conformazione della macromolecola sono indotte dal solvente [16–18]. Dagli spettri possiamo inoltre notare indizi di alterazione del lato supporto di nbn e nc provocate dai solventi: in particolare si osserva la scomparsa del segnale attorno a 1486 cm^{-1}, probabilmente riconducibile a un plastificante [8], e la diminuzione dell'intensità dei picchi attribuiti all'acetato di cellulosa attorno a 955 e 700 cm^{-1} [8,19,20]. Quest'ultima variazione risulta particolarmente evidente negli spettri collegati all'impiego del

DEC, ma è necessario sottolineare che le analisi su questi campioni si riferiscono a tempi di applicazione di 1 ora, dal momento che tempi più brevi non avevano comportato alcuna alterazione degli spettri; al contrario, i trattamenti con DMC sono stati effettuati in un range tra 1 e 20 minuti. È quindi evidente dai dati sperimentali che il DEC sia più rispettoso dei supporti trattati; possiamo inoltre notare che il confinamento dei solventi all'interno degli organogel PEMA/PEG contribuisca a una significativa diminuzione, se non a una completa scomparsa, delle modifiche rilevate in seguito al trattamento con solventi liberi.

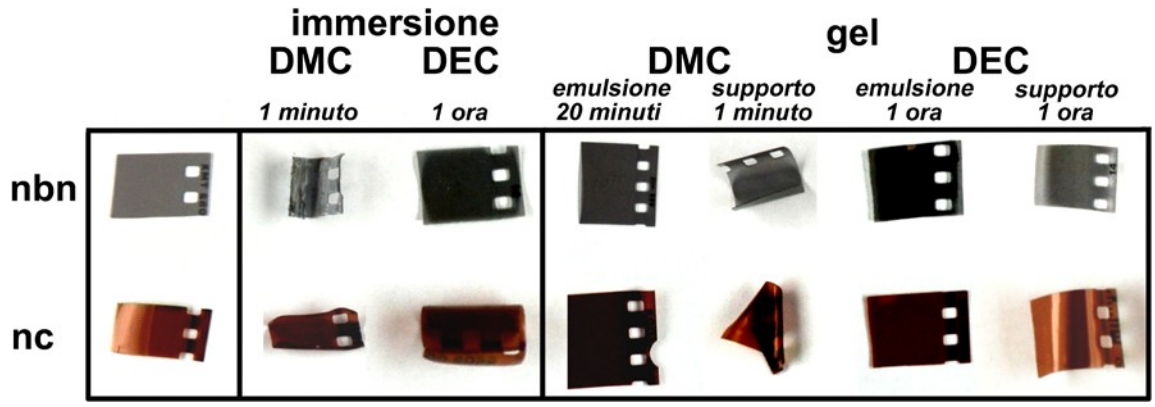


Figura 2. Negativi bianco/nero (nbn) e colore (nc) tal quali e risultati macroscopici del loro trattamento con dimetil e dietil carbonato (DMC e DEC, rispettivamente) sia in forma libera che confinati; i tempi delle applicazioni sono riportati in figura

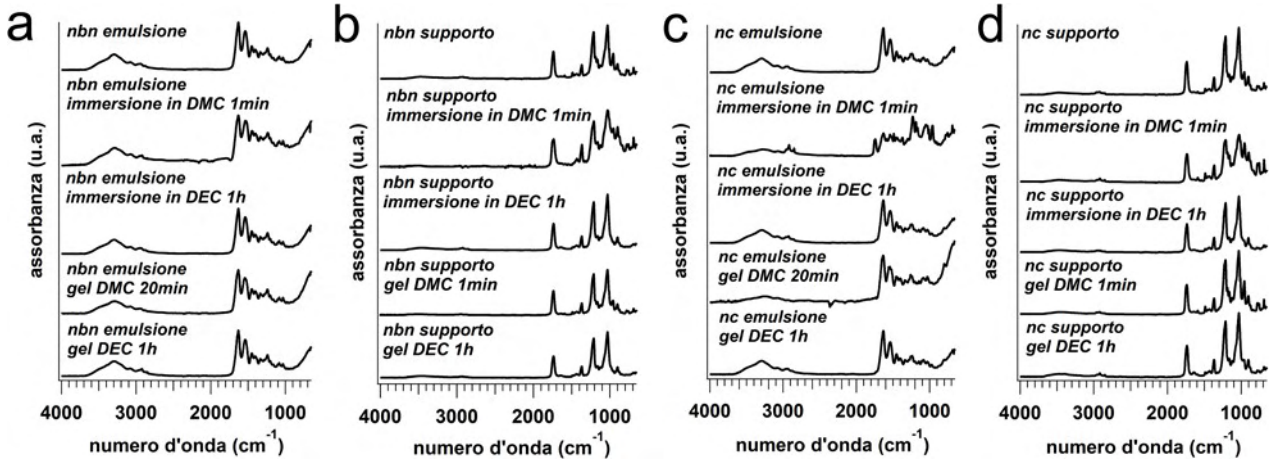


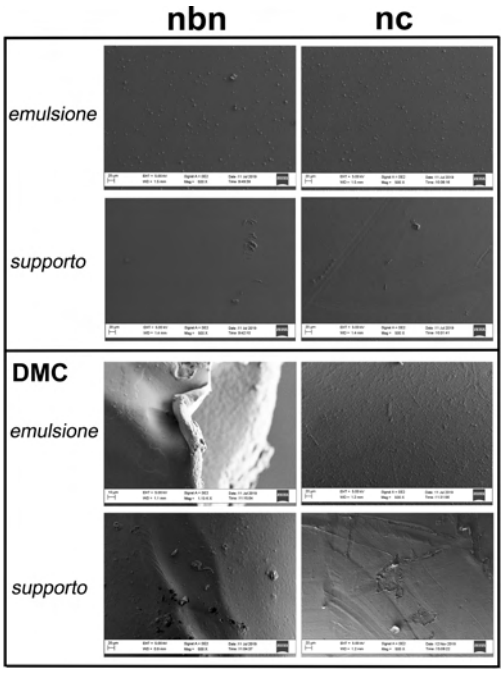
Figura 3. Spettri ATR-FTIR acquisiti sui negativi campione tal quali, dopo immersione in dimetil e dietil carbonato (DMC e DEC, rispettivamente), e dopo applicazione dei gel PEMA/PEG caricati con i medesimi solventi: le Figure 3a e 3b riportano gli spettri relativi rispettivamente al lato emulsione e supporto del negativo bianco/nero (nbn), le Figure 3c e 3d gli spettri del lato emulsione e supporto del negativo colore (nc)

In Figura 4 sono riportati i risultati delle analisi di microscopia elettronica sui negativi campione: le immagini acquisite sui campioni trattati con immersioni di 1 minuto in DMC evidenziano notevoli danneggiamenti indotti dal solvente. Infatti sul lato emulsione si osservano fenomeni di delaminazione e crettatura rispettivamente su nbn e nc, mentre incurvamenti e perdite di materiale sono evidenti sul lato supporto. D'altro canto sui campioni trattati con gel caricati sia con DMC che con DEC (applicazioni fino ad 1 ora, sia in forma libera che confinata) non sono emerse alterazioni rispetto ai campioni tal quali, a ulteriore conferma che l'impiego dei gel garantisca un minore impatto sui campioni.

Ulteriori indagini chimico-fisiche sui negativi sono state condotte tramite analisi termogravimetriche (DTG), riportate in Figura 5, effettuate sui campioni tal quali, dopo immersioni di 1 minuto in DMC e DEC, ed in seguito ad applicazioni di 1 minuto su lato emulsione e supporto di gel PEMA/PEG caricati con DEC. I principali eventi termici sono stati registrati attorno a 280°C, 320°C e 360°C: i primi due segnali sono associati al degrado termico della gelatina, specificatamente, nell'ordine, ai siti di reticolazione e alla struttura della macromolecola [21–23], mentre il terzo al deterioramento dell'acetato di cellulosa [24–26]. Dai termogrammi emergono alterazioni dei campioni, specialmente di nbn, in seguito a immersioni di 1 solo minuto in entrambi i solventi: in particolare si osserva la diminuzione di intensità del segnale centrato attorno a 280°C e la scomparsa della spalla a 320°C, entrambi eventi termici attribuiti alla gelatina, che dunque denotano un suo degrado. Al contrario, i termogrammi

acquisiti sui negativi campione trattati con organogel caricati con DEC non mostrano alcuna variazione rispetto ai negativi tal quali.

I risultati sperimentali ottenuti sui negativi campione hanno dunque evidenziato l'efficacia dei sistemi gel nella limitazione dell'interazione superficie/solvente diminuendo i potenziali effetti negativi dei solventi impiegati. Suffragati da tali dati, prima di impiegare i gel in casi di studio reali, la sperimentazione è proseguita verificando l'efficacia degli organogel PEMA/PEG nella pulitura di pellicole fotografiche campione in acetato di cellulosa da PST e residui di adesivo. I sistemi PEMA/PEG caricati con DEC sono stati impiegati per la pulitura di campioni nc, sia lato emulsione, sia supporto, su cui era stato applicato un nastro isolante (IT): i gel sono stati tagliati a misura, tamponati con carta assorbente, applicati sulla superficie di IT per 15 minuti e coperti con Mylar®. Come possiamo vedere dalla Figura 6, in seguito alla rimozione del gel il supporto di IT si è sollevato autonomamente; l'asportazione è stata conclusa con l'ausilio di una pinzetta. Gli spettri ATR-FTIR riportati in Figura 7 mostrano tuttavia abbondanti residui di adesivo in seguito alla rimozione di IT [6]. Per tale ragione i negativi sono stati ulteriormente trattati nell'area di interesse tramite applicazioni ripetute (5 minuti ciascuna) di organogel caricati con DEC; le analisi ATR-FTIR hanno confermato che dopo tre applicazioni i residui di adesivo non sono più rilevabili. L'integrità dei campioni nc, in seguito al trattamento con i gel, è stata inoltre verificata tramite misure DTG: dai termogrammi non si riscontra alcuna anomalia riconducibile a un degrado dei substrati, né alla presenza di adesivo residuo.



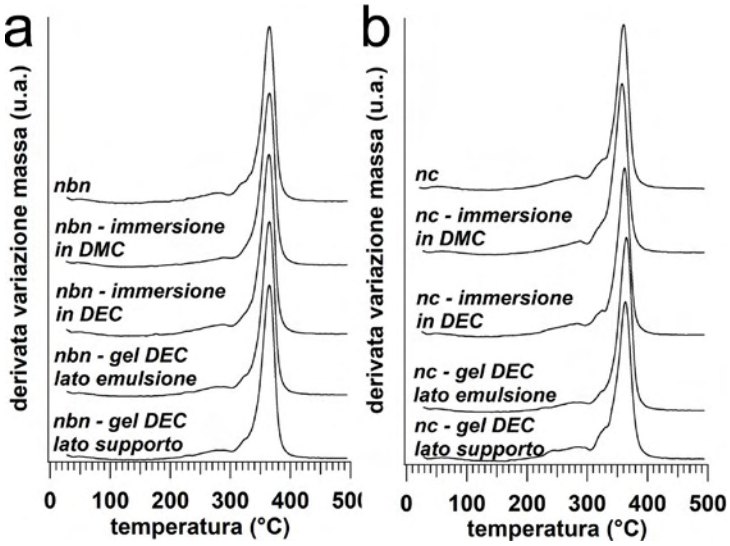
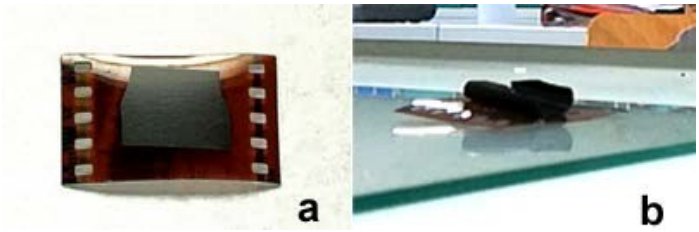


Figure 4 e 5. Figura 4: Immagini FEG-SEM acquisite sul lato emulsione e supporto dei campioni di negativo bianco/nero e colore (nbn e nc, rispettivamente) tal quali ed in seguito ad immersioni di 1 minuto in dimetil carbonato (DMC). Figura 5: Analisi termogravimetriche (DTG) dei negativi campione tal quali, dopo immersioni di 1 minuto in dimetil e dietil carbonato (DMC e DEC, rispettivamente), e dopo trattamento di 1 minuto con gel caricati con DEC applicati separatamente su lato emulsione e supporto: in Figura 5a sono riportati i termogrammi relativi al negativo bianco/nero (nbn), in Figura 5b quelli del negativo colore (nc)



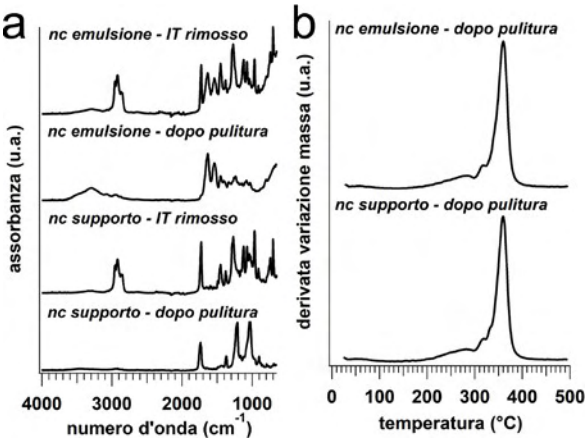


Figure 6 e 7. Figura 6: Rimozione di un nastro isolante (IT) dal negativo colore campione (nc): in seguito a 15 minuti di applicazione di un gel caricato con dietil carbonato sulla superficie del nastro, il suo supporto plastico si è sollevato autonomamente. Figura 7: Analisi condotte sul negativo colore campione (nc) in seguito alla pulitura dal nastro isolante (IT): in Figura 7a sono riportati gli spettri acquisiti sul lato emulsione e supporto dopo l'asportazione di IT e dopo 3 ulteriori applicazioni del gel (5 minuti ciascuna) per la rimozione dei residui di adesivo; in Figura 7b sono mostrati i termogrammi di nc registrati dopo la pulitura su lato emulsione e supporto

Caso-studio: la pulitura di pellicole cinematografiche

In seguito ai buoni risultati sperimentali, gli organogel PEMA/PEG sono stati impiegati in interventi di restauro di materiali fotografici e cinematografici in acetato di cellulosa. In Figura 8 è riportato l'intervento di pulitura eseguito su una pellicola cinematografica in bianco/nero Kodak risalente agli anni '90, proveniente dalla collezione privata di Marco Pagni Fontebuoni, (FILM Ferrania s.r.l.), su cui era stato applicato in fase di montaggio un nastro adesivo trasparente (nastro per giunte). L'intervento è stato condotto con gel PEMA/PEG caricato con DEC, idoneamente tagliato, tamponato con carta assorbente, applicato sul supporto del nastro adesivo e coperto con Mylar®; in seguito ad un'applicazione di 20 minuti, il supporto del nastro adesivo è stato agevolmente asportato; la rimozione dei residui di adesivo è stata poi effettuata tramite un'ulteriore applicazione del gel. La rimozione dell'adesivo rigonfiato è stata completata con una delicata azione meccanica a tamponcino.

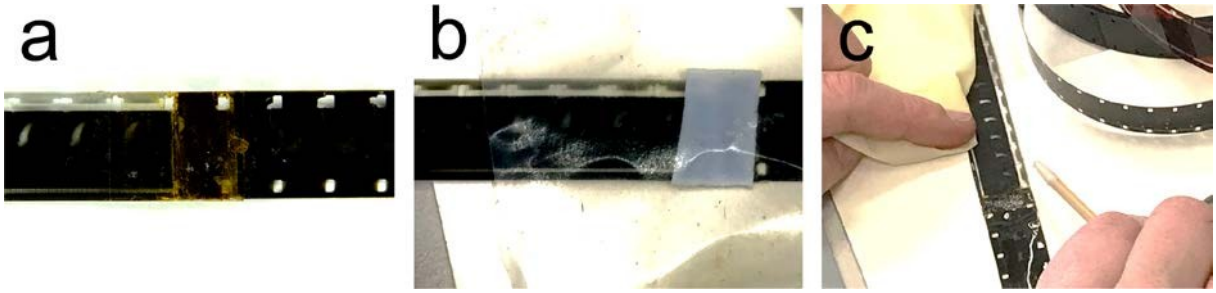


Figura 8. Intervento di pulitura eseguito su una pellicola cinematografica Kodak in bianco/nero degli anni '90 (collezione privata di Marco Pagni Fontebuoni, FILM Ferrania s.r.l.): un organogel caricato con dietil carbonato (20 minuti) è stato impiegato per la rimozione di un nastro adesivo trasparente precedentemente applicato per il montaggio della pellicola; i residui di adesivo sono stati quindi eliminati in seguito ad un ulteriore trattamento con gel (10 minuti) e seguente azione meccanica a tamponcino

Conclusioni

La rimozione di nastri adesivi (PST) e di residui di adesivo da materiali fotografici e cinematografici è una problematica comunemente riscontrata nel corso di interventi di restauro condotti su tali oggetti: i PST erano infatti abitualmente apposti su questi materiali per mascherature e montaggi. Il degrado dell'adesivo tuttavia può innescare processi di degrado dei supporti per cui la sua rimozione si rende necessaria. Tuttavia, i metodi di pulitura ad oggi ordinariamente impiegati non sono privi di rischi, specialmente quando contemplano un'azione meccanica e l'uso di solventi organici in forma libera.

Il metodo di intervento qui presentato si pone dunque come obiettivo il superamento di tali inconvenienti tramite il confinamento di solventi a basso impatto eco-tossicologico (alchil carbonati) in matrici polimeriche altamente ritentive. Nello specifico è stata studiata l'efficacia di dimetil e dietil carbonato (DMC e DEC, rispettivamente) caricati in organogel semi-interpenetrati poli(etilmetacrilato)/poli(etilenglicole) (PEMA/PEG) per la pulitura di pellicole fotografiche e cinematografiche in acetato di cellulosa. Preliminarmente sono stati verificati gli effetti dell'impiego di tali solventi, sia in forma libera che confinata, su negativi campione bianco/nero (nbn) e colore (nc), tramite Spettroscopia Infrarossa in Riflettanza Totale Attenuata (ATR-FTIR), analisi termogravimetrica (DTG) e Microscopia a Scansione Elettronica a Emissione di Campo (FEG-SEM). Dai risultati sperimentali emerge una significativa reattività del DMC nei confronti sia del lato emulsione che supporto di nbn e nc; il potenziale degradativo del DEC risulta invece blando, anche se misure DTG hanno evidenziato un'alterazione dei termogrammi già dopo 1 minuto di immersione. Da sottolineare tuttavia che gli effetti negativi correlati all'impiego di DMC e DEC risultano fortemente attenuati, e in alcuni casi totalmente annullati, in seguito al loro confinamento nei gel PEMA/PEG. Inoltre, in un intervento di pulitura su originali, la metodologia qui proposta consentirebbe di evitare completamente il contatto diretto tra gel e substrato da preservare: modellando opportunamente forma e dimensione del gel, tamponandone la superficie in modo da eliminare eventuali gocce di solvente e modulando opportunamente tecniche e tempi degli interventi, l'azione del fluido potrà essere confinata solo al materiale da rimuovere. La capacità ritentiva degli organogel qui presentati è dunque essenziale nel limitare al massimo il rischio di danneggiamento dei materiali più sensibili.

I test eseguiti su campioni, appositamente creati in laboratorio per la simulazione di un intervento di pulitura, hanno confermato la bontà di tale metodologia, che è stata in seguito adottata con successo anche in reali interventi di restauro di pellicole fotografiche e cinematografiche in acetato di cellulosa.

Bibliografia

1. AA.VV., *The film preservation guide: the basics for archives, libraries, and museums*, National Film Preservation Foundation , San Francisco, 2004
2. Baglioni P., Berti D., Bonini M., Carretti E., Dei L., Fratini E., et al, *Micelle, microemulsions, and gels for the conservation of cultural heritage*, Adv. Colloid Interface Sci., 2014, 205: 361–371
3. Baglioni P., Bonelli N., Chelazzi D., Chevalier A., Dei L., Domingues J., et al, *Organogel formulations for the cleaning of easel paintings*, Appl. Phys. A, 2015, 121: 857–868
4. Pianorsi M.D., Raudino M., Bonelli N., Chelazzi D., Giorgi R., Fratini E., et al, *Organogels for the cleaning of artifacts*, Pure Appl. Chem., 2017, 89: 3–17
5. Ferrari P., Chelazzi D., Bonelli N., Mirabile A., Giorgi R., Baglioni P., *Alkyl carbonate solvents confined in poly (ethyl methacrylate) organogels for the removal of pressure sensitive tapes (PSTs) from contemporary drawings*, J. Cult. Herit., 2018, 34: 227–236
6. Mirabile A., Chelazzi D. Ferrari P., Montis C., Berti D., Bonelli N., et al, *Innovative methods for the removal, and occasionally care, of pressure sensitive adhesive tapes from contemporary drawings*, Herit. Sci., 2020, 8: 42
7. Sim L.N., Majid S.R., Arof A.K., *FTIR studies of PEMA/PVdF-HFP blend polymer electrolyte system incorporated with LiCF3SO3 salt*. Vib. Spectrosc., 2012, 58: 57–66
8. Socrates G., *Infrared and Raman characteristic group frequencies: tables and charts*, 3°edizione, John Wiley & Sons, LTD, 2004
9. Yoshihara T., Tadokoro H., Murahashi S., *Normal vibrations of the polymer molecules of helical conformation. IV. Polyethylene oxide and polyethylene-d_4 oxide*, J. Chem. Phys., 1964,41: 2902–2911
10. Belbachir K., Noreen R., Gouspillou G., Petibois C., *Collagen types analysis and differentiation by FTIR spectroscopy*, Anal. Bioanal. Chem., 2009, 395: 829–837
11. De Campos Vidal B., Mello M.L.S., *Collagen type I amide I band infrared spectroscopy*, Micron., 2011, 42: 283–289
12. Payne K.J., Veis A., *Fourier transform IR spectroscopy of collagen and gelatin solutions: deconvolution of the amide I band for conformational studies*, Biopolymers, 1988, 27: 1749–1760
13. Giachet M.T., Schilling M., McCormick K., Mazurek J., Richardson E., Khanjian H., et al, *Assessment of the composition and condition of animation cels made from cellulose acetate*, Polym. Degrad. Stab., 2014, 107: 223–230
14. Gorassini A., Adami G., Calvini P., Giacomello A., *ATR-FTIR characterization of old pressure sensitive adhesive tapes in historic papers*, J. Cult. Herit., 2016, 21: 775–785
15. Zięba-Palus J., *The usefulness of infrared spectroscopy in examinations of adhesive tapes for forensic purposes*, Forensic Sci. Criminol., 2017, 2: 1-9
16. Riaz T., Zeeshan R., Zarif F., Ilyas K., Muhammad N., Safi S.Z., et al, *FTIR analysis of natural and synthetic collagen*, Appl. Spectrosc. Rev., 2018, 53: 703–746
17. Shamarekh K.S., Gad H.A., Soliman M.E., Sammour O.A., *Towards the production of monodisperse gelatin nanoparticles by modified one step desolvation technique*, J. Pharm. Investig., 2019
18. Mukherjee I., Rosolen M., *Thermal transitions of gelatin evaluated using DSC sample pans of various seal integrities*, J. Therm. Anal. Calorim., 2013, 3: 1161–1166
19. Ciliberto E., Gemmellaro P., Iannuso V., La Delfa S., Urso R.G., Viscuso E., *Characterization and weathering of motion-picture films with support of cellulose nitrate, cellulose acetate and polyester*, Procedia Chem., 2013, 8: 175–184
20. Skornyakov I.V., Komar V.P., *IR spectra and the structure of plasticized cellulose acetate films*, J. Appl. Spectrosc., 1998, 65: 911–918
21. Hossan J., Gafur M.A., Kadir M.R., Karim M.M., *Preparation and Characterization of Gelatin-Hydroxyapatite Composite for Bone Tissue Engineering*, Int. J. Eng,. 2014, 14: 24–32
22. Vijayakumar V., Subramanian K., *Diisocyanate mediated polyether modified gelatin drug carrier for controlled release*, Saudi Pharm. J., 2014, 22: 43–51
23. Wilaiwan S., Yaowalak S., Yodthong B., Prasong S., *Silk Fibroin/Gelatin Hybrid Films for Medical Applications: Study on Chlorhexidine Diacetate*, 2010
24. Richardson E., Truffa Giachet M., Schilling M., Learner T., *Assessing the physical stability of archival cellulose acetate films by monitoring plasticizer loss*, Polym. Degrad. Stab., 2014, 107: 231–236
25. Španić N., Jambreković V., Medved S., Antonović A., *Chemical and Thermal Properties of Cellulose Acetate Prepared from White Willow (Salix alba) and Black Alder (Alnus glutinosa) as a Potential Polymeric Base of Biocomposite Materials*, Chem. Biochem. Eng. Q., 2015, 29: 357–365
26. Da Conceicao C. Lucena M., V. de Alencar A.E., Mazzeto S.E., de A. Soares S., *The effect of additives on the thermal degradation of cellulose acetate*, Polym. Degrad. Stab., 2003, 80: 149–155.

DIAGNOSTICA, RICERCHE E STUDI APPLICATI

DAL GIAPPONE A VENEZIA. IL RESTAURO DI UNA SCULTURA DI SENJU KANNON DEL MUSEO D'ARTE ORIENTALE

Marta Boscolo Marchi*, Beatrice Falconi**

*Direttore, Museo d'Arte Orientale, San Marco 63, 30124 Venezia, 339 4342371, marta.boscolo@beniculturali.it
** Restauratrice, Ditta Beatrice Falconi, via Filiasi 27, 30174, Venezia Mestre, 335 7227567,
beatrice.falconi@gmail.com

Abstract

Presso il deposito Museo d'Arte Orientale di Venezia si conservano diverse opere di arte buddhista attualmente precluse al pubblico. Tra queste, Senju Kannon 千手観音, Kannon dalle mille braccia, assiso su un fiore di loto. Si tratta di una rappresentazione di Kannon, il *bodhisattva* della compassione, che occupa un posto speciale nella liturgia del buddhismo della Terra Pura. La raffigurazione delle mille braccia (in realtà quarantadue) simboleggia l'aiuto e la salvezza che il bodhisattva offre agli esseri umani.
Sull'opera è stata condotta una TAC che ha messo in luce la struttura costruttiva dei masselli di legno e la peculiare tecnica del *gyokugan* 玉眼. Le stratigrafie hanno rivelato l'uso di *fundami* 粉溜, polvere d'oro, per le parti nude del corpo, *shippaku* 漆箔, foglia d'oro, per le vesti, su preparazione di carbonato di calcio e strato di lacca grezza; pigmenti organici (indaco) per ottenere il blu dei capelli; solfato di calcio e nero carbone per l'inserzione delle braccia.
La pulitura, condotta sia con solventi sia a "secco" secondo le aree, ha messo in luce i motivi decorativi dipinti a *kindei* 金泥 (polvere d'oro con colla e acqua) sulle vesti. Tutti gli elementi metallici che decoravano l'opera (la corona, la collana, gli attributi delle 42 braccia, oltre che delle undici teste sul capo della divinità) sono stati restaurati con bagni appositi in acqua distillata con basse percentuali di sali tetrasodici e successivamente protetti dagli agenti esterni con film di resina acrilica in bassa percentuale sciolta in solvente.
L'operazione di restauro ci ha permesso di ripristinare la reale percezione dell'opera fornendoci in tal modo gli strumenti per una maggior comprensione delle tecniche artistiche delle opere di ambito giapponese.

Dal Giappone a Venezia

Nella seconda metà dell'Ottocento le campagne antibuddhiste del governo Meiji (1868-1872), sulla scia del movimento *haibutsu kishaku* 廃仏毀釈 **[1]**, avevano condotto alla dispersione di parte del patrimonio artistico dei monasteri. In quegli anni i collezionisti – si pensi a Cernuschi, che visitava il Giappone nel 1871 **[2]**, nel periodo di maggiore aggressione contro il Buddhismo - non poteva non avvantaggiarsi dei provvedimenti governativi e dell'alienazione delle opere da parte dei monasteri, ridotti in povertà. Sebbene la tempesta antibuddhista si fosse placata nel 1875 – complice l'azione di intellettuali e studiosi come Okakura Kakuzō 岡倉覚三 ed Ernst Fennellosa **[3]** –, le conseguenze continuarono a farsi sentire a lungo **[4]**.
Quando Enrico di Borbone sbarcò a Yokohama nel febbraio 1889, il mercimonio di opere religiose buddhiste non era esaurito. Sua Altezza Reale visitò moltissimi templi buddhisti **[5]** e nei monasteri i viaggiatori erano ricevuti dai bonzi che talvolta li accompagnano a visitare il tesoro del tempio **[6]**. Sebbene nella documentazione d'archivio non restino attestazioni di compravendita di sculture religiose da monaci o mercanti, nella collezione Borbone, transitata dopo complesse vicissitudini in quello che è oggi il patrimonio del Museo d'Arte Orientale, si conservano diverse opere buddhiste, tra le quali alcune sculture di Kannon recentemente restaurate, come Kannon dalle mille braccia, *Senju Kannon* 千手観音 (inv. n. 16286/8848). (fig. 1)



Figura 1. *Senju Kannon*, fine del XVII-inizio XVIII secolo. Venezia, Museo d'Arte Orientale (inv. n. 16286/8848)

Senju Kannon: l'iconografia

Avalokiteśvara, Kanzeon 観世音 o Kannon "colui che ascolta la voce del mondo", è citato in numerosi testi **[7]**, ma soprattutto nel venticinquesimo capitolo del *Sutra del Loto* (*Hokekyō* 法華経) **[8]**, la fonte più importante per il suo culto in Asia. Insieme a Jizō 地 蔵 è uno dei *bodhisattva* più popolari in Giappone, venerato come essere compassionevole e benevolente, incarnazione della sapienza. Il suo culto attecchì in Giappone sin dal settimo secolo; ebbe grande popolarità nel XII secolo, soprattutto tra i credenti della Terra Pura e di nuovo nel primo periodo Edo (1603-1868) **[9]**. Grazie alla diffusione del *Sutra del Loto*, nel quale si descrivono anche le trentatré manifestazioni di Kannon, cominciarono a circolare storie sulla sua figura non solo nei sermoni e nei commentari dei monaci itineranti ma anche nella tradizione orale e vernacolare, dal momento che il potere del *bodhisattva* garantiva prosperità e beni materiali **[10]**.
Senju Kannon, Kannon dalle mille braccia è solo una delle manifestazioni di Kannon. La nascita di questa iconografia ha le sue radici nel *Sutra del Dhāraṇī della grande compassione* **[11]** *Daihishin darani* 大悲心陀羅尼, un testo nel quale Kannon è descritto con mille braccia e mille occhi per rispondere al suo voto di salvare tutti gli esseri senzienti **[12]**. Compare nel culto dei sei Kannon, *roku Kannon* 六観音, praticato sia nella scuola Shingon, sia nella scuola Tendai, che conobbe il suo apice tra il X e il XV secolo e influenzò enormemente l'iconografia **[13]**.
Senju Kannon è una delle rappresentazioni più diffuse in Giappone, anche nei trentatré templi della via di pellegrinaggio delle provincie dell'Ovest, il *Saikoku sanjūsansho* 西国三十三所 **[14]**. Dal XVI secolo ci fu un incremento di popolarità nelle rotte di pellegrinaggio verso i Trentatré templi di Kannon nelle province occidentali, con la diffusione di guide, immagini a stampa e di manuali iconografici **[15]**.
Le numerose braccia, tutte presenti solo in alcuni rari casi come la gigantesca immagine in lacca del Tōshōdaiji 唐招提寺 di Nara, furono generalmente ridotte a quarantadue, come nel caso della scultura del Museo d'Arte Orientale: a parte le due mani principali, si considerava che le altre quaranta avessero la potenza di venticinque ciascuna. Gli occhi, che nel caso della scultura di Venezia sono disegnati sul palmo di ciascuna mano in nero e in rosso, rimandano al nome esteso di questa iconografia che è *Senju sengen Kannon* 千手千眼観音, Kannon dalle mille mani e dai mille occhi. Questi ultimi simboleggiano la chiaroveggenza e la sapienza, mentre le mani rappresentano l'azione (Fig.2).



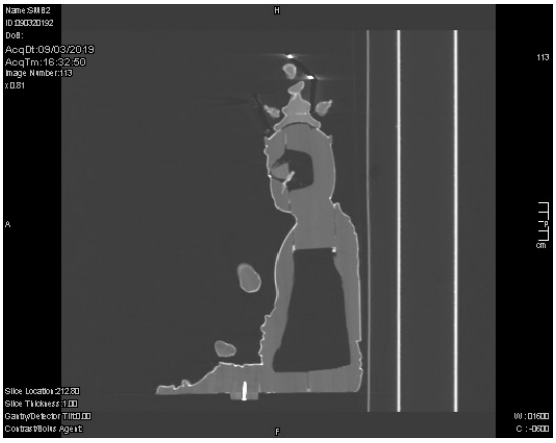
Figura 2. Particolare degli occhi disegnati sul palmo delle mani

Nel caso in esame, Kannon ha quattro braccia di grandezza umana, due in atto di adorazione (*gasshōin* 合掌印) e due con la ciotola per l'elemosina *hōhatsu* 宝鉢. Le altre trentotto reggono degli attributi che fanno riferimento alla predicazione, alla lotta, alla vittoria, alla protezione, alla guarigione, all'onniscienza, al risveglio. Il simbolismo di ciascuno di essi è molto complesso e può essere interpretato a più livelli, che per ragioni di spazio non saranno analizzati in questa sede.
Kannon è raffigurato nella posizione del Loto, con il manto che copre entrambe le spalle, i bracciali che cingono polsi e braccia, i gioielli al collo *yōraku* 瓔珞 e la corona **[16]**.
In questa scultura, come talvolta avveniva, l'iconografia di Senju Kannon si coniuga con quella di Kannon dalle undici teste, *Juichimen Kannon* 十一面観音, tra le quali spicca *kebutsu* 化仏, la piccola manifestazione di Buddha Amida al centro in preghiera. Le dieci teste simboleggiavano le dieci vie del *bodhisattva* per raggiungere l'illuminazione, mentre la rappresentazione di Buddha al centro era l'obiettivo finale, la buddhità, risultato finale del cammino intrapreso **[17]**. Amida era la divinità di riferimento per la scuola della Terra Pura e Kannon era considerato un'emanazione attiva di Amida. Secondo un'interpretazione legata alle leggende popolari, Kannon sarebbe stato così sopraffatto dalla disperazione dopo aver tentato di salvare innumerevoli esseri, che la sua testa si ruppe in frammenti. Amida intervenne per trasformare i frammenti in nuove teste che sistemò sulla testa di Kannon come una corona. In questo modo, con più occhi e menti, Kannon avrebbe potuto essere più consapevole della sofferenza degli esseri viventi nella sua ricerca per salvarli.

Senju Kannon: la tecnica costruttiva

Realizzare un'icona buddhista non era solo una questione tecnica ma anche spirituale. La sua costruzione comprendeva diversi passaggi cultuali per la consacrazione del materiale di cui era composta e dell'immagine stessa. Dalla scelta del legno, che doveva essere purificato (*kaji kitō* 加持祈祷), alla prima inserzione dello scalpello, era necessario osservare una ritualità ben codificata. Solo dopo questi passaggi lo scultore iniziava a scalpellare il legno e quando l'opera era completata la cerimonia dell'apertura degli occhi (*kaigen kuyō* 開眼供養) infondeva lo spirito all'immagine **[18]**.
Questa scultura di Kannon è stata realizzata in più masselli di legno assemblati (*yosegi zukuri* 寄木造) **[19]**, scolpiti con grande perizia. Gli esiti della tomografia computerizzata hanno permesso di definire il numero dei masselli, che sono stati prevalentemente incollati e in alcuni casi fissati con un esiguo impiego di chiodi metallici, per creare una scultura di uno *shaku* 尺 (30 cm ca.) di altezza. In particolare, la testa è realizzata con due masselli: la parte frontale e quella retrostante, scavata al centro (*uchiguri* 内刳) per consentire l'applicazione degli occhi di cristallo (*gyokugan* 玉眼): all'interno della testa svuotata, nelle orbite venivano inserite delle sottili lenti di cristallo dipinte con le pupille e l'iride dalle terga. Sulla lente è applicato uno strato di carta che dà l'effetto della sclera, stabilizzato dal retro con un pezzo di legno e perni di bambù **[20]**. Il collo cilindrico, continuazione della parte posteriore della testa, si innesta nei masselli scavati del corpo.
Il corpo è composto da due pezzi di legno centrali scavati per tutta la lunghezza della scultura. A questi sono affiancati nella parte superiore, a destra e sinistra, i masselli delle spalle e quelli delle braccia principali e secondarie, quest'ultime fissate anche con l'ausilio di chiodi metallici. Le gambe, nella posizione del loto, sono ottenute aggiungendo un blocco orizzontale nella parte anteriore, anch'esso scavato all'interno. Sul fondo è stata incollata una tela e, per incastrare la scultura nella sua base, è stato inserito un ulteriore pezzo di legno rettangolare fissato da chiodi.
Dalla tomografia, condotta da Paolo Sartori e Michela Disarò, è emersa una grande perizia nell'assemblaggio dei pezzi e nell'applicazione di una tecnica tradizionale consolidata che mirava a prevenire fenomeni tensivi dovuto alla naturale deformazione del legno in variazione di stati termoigrometrici. Va anche osservato che sia lo svuotamento del massello delle gambe, in genere poco praticato, sia l'inserzione degli occhi di cristallo in una figura dagli occhi appena socchiusi testimonia la grande attenzione al dettaglio nella realizzazione di un

simulacro evidentemente considerato di grande valore o realizzato per una committenza di rilievo. (Figg. 3, 4) A questi dettagli raffinati si aggiunge l'urna, *byakugō* 白 毫 **[21],** in cristallo che campeggia sulla fronte della divinità e costituisce un punto luce molto ricercato.



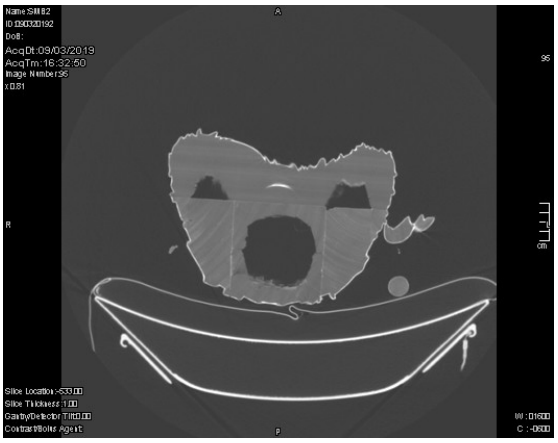


Figura 3. TAC, sezione longitudinale. Si noti l'applicazione delle lenti di cristallo per gli occhi.
Figura 4. TAC, sezione trasversale che evidenzia lo svuotamento dei masselli del busto e delle gambe.

Le indagini stratigrafiche **[22]**, condotte da Enrico Fiorin nel febbraio 2019 su un campione prelevato dai capelli della scultura ha rivelato che lo strato azzurro è di natura organica, probabilmente indaco (*ai* 藍 *polygonum tinctorium*), steso su due strati preparatori a base di carbonato di calcio e colla animale come legante. Sul campione sono stati rinvenuti prodotti di deposito ambientale come il nerofumo, segno che l'opera fu esposta probabilmente al fumo di candela e incenso.
L'incollaggio delle piccole braccia alle maniche è avvenuto tramite un composto di solfato di calcio e nero carbone vegetale con tracce di argilla.
Da un campione prelevato dalla schiena della scultura, è stato possibile comprendere la stratigrafia della foglia d'oro: la preparazione è ottenuta con due stesure a base di carbonato di calcio che si presentano grigie, forse per l'aggiunta di nero carbone a macinazione finissima. Su questo strato vi è una stesura a base di lacca, *urushi* 漆 , con funzione di collante, sul quale è stata adagiata una foglia d'oro molto sottile. La preparazione è in linea con quanto rilevato in opere giapponesi del periodo Edo **[23]** e potrebbe indicare l'utilizzo di gusci di ostrica macinati (*gofun* 胡粉) miscelati con legante proteico del quale però non rimane traccia **[24]**.
Nelle parti corrispondenti alla pelle del bodhisattva, la doratura è ottenuta probabilmente con fundami 粉 , polvere d'oro, a suggerire la morbidezza della carne.
Il restauro ha riportato alla luce la raffinata decorazione delle vesti, sulle quali sono stati disegnati a pennello secondo la tecnica del *kindei* 金 泥 (polvere d'oro con colla e acqua) **[25]**. In questo caso si fece probabilmente uso di mascherine per le diverse tipologie di pattern decorativi realizzati. Sul bordo del mantello si distingue una decorazione a foglie e fiori di loto, nel resto del tessuto si individua un motivo a foglie di canapa (*asa no ha* 麻 の 葉), utilizzato sin dal periodo Heian nelle vesti della statuaria buddhista, ma particolarmente in voga nel periodo Edo, il *sayagata* 紗 綾 形 **[26]**, qui utilizzato sul verso del manto, lo *shippō* 七 宝 , simbolo dei tesori buddhisti.
Il basamento della scultura (*daiza* 台座), dal profilo mistilineo, è imponente, realizzato a diversi livelli. In alto, sotto gli stami, una corona di petali carnosi di fiore di loto si ripiegano esternamente creando un motivo decorativo che si ritrova in esempi relativamente tardi della statuaria buddhista, sottolineati da una seconda corona di petali riversi (*kaeribana* 反 花). Sotto questa vi è una recinzione con leoni sui pilastrini e riquadri a losanghe e fenici. Più in basso ancora una seconda recinzione che circonda specchiature con nuvole e *kirin* 麒麟 **[27]**, più sotto ancora specchiature con *sayagata* e motivi di uccelli e piante, infine nella parte inferiore del basamento vi sono nuvole e onde marine. Si tratta di una struttura complessa, di grande raffinatezza, che ben si coniuga con la mandorla di luce (*kōhai* 光 背) che incornicia l'immagine del bodhisattva ed è interamente percorsa da un intaglio di dinamiche nuvole.
Come si diceva poco sopra, la scultura mostra una qualità di realizzazione fuori dal comune, che riprende i caratteri di grande dinamismo e ricercato decorativismo del tardo periodo Kamakura, con intento revivalistico. La decorazione dorata sulle vesti, che nel periodo Kamakura si accompagnava più spesso a un fondo policromo **[28]**, è qui soprammessa alla foglia d'oro, mentre i panneggi mossi e sinuosi hanno una materialità e una

consistenza molto moderne. Le sculture buddhiste del periodo Edo sono state indagate purtroppo in misura minore rispetto alla statuaria dei secoli precedenti, nonostante fenomeni di particolare interesse come il ritorno allo stile e ai motivi del periodo Kamakura **[29]**. Ridotti sono anche gli studi sulla tecnica della statuaria di questo periodo, in parte perché un numero minore di sculture Edo ha necessitato di restauri e quindi di analisi, pertanto la casistica di confronto è abbastanza limitata, ma è possibile rilevare analogie interessanti, ad esempio, con alcune tecniche esecutive del Tamonten 多聞天 del Museo d'Arte Orientale di Torino **[30]**.

Il contesto di produzione

Il Senju Kannon del Museo d'Arte Orientale di Venezia fu realizzato probabilmente tra la fine del XVII secolo e la prima metà del XVIII. La datazione, assegnata su basi stilistiche, per la terrena consistenza delle pieghe del manto, il dinamismo del panneggio, la complessità della base, e l'esasperato decorativismo, trova conferma nei caratteri tecnici poc'anzi esaminati.
Nel XVII secolo la produzione di arte religiosa conobbe una grande fioritura grazie alla politica shogunale favorevole al culto buddhista. Sono noti gli editti dei primi shōgun Tokugawa sull'obbligo di registrarsi presso i monasteri, i regolamenti sull'edilizia templare, sulla condotta dei monaci e la riorganizzazione dei monasteri con un tempio principale e dei templi dipendenti **[31]**. Il legame tra l'autorità politica e quella religiosa si rafforzò in virtù del sistema del *chingo kokka bukkyō* 鎮護国家仏教, il Buddhismo per la protezione e la conservazione della nazione **[32]**. Di fatto la famiglia shogunale si prodigò in importanti donazioni e in diverse campagne di edificazione e ricostruzione dei templi, anche per onorare la memoria dei propri antenati e rafforzare la narrazione di una politica dinastica relativamente giovane, cavalcando la crescente influenza dei valori confuciani che esaltavano, tra le altre virtù, proprio la pietà filiale. Ne è un esempio lampante lo sforzo edificatorio condotto del complesso templare di Nikkō 日光.
Nell'era Genroku 元 禄 (1688-1704), lo shōgun Tokugawa Tsunayoshi 徳 川 綱 吉 (1646-1709), educato alla pittura e alla calligrafia più che alle arti marziali **[33]**, autorizzò la ricostruzione o il restauro di numerosi templi antichi, collocando monumenti dedicatori in posizione preminente, come nell'Hōryūji di Nara. Tra questi vi era lo Yoshiminedera 吉 峰 寺 a Kyoto, il cui restauro fu finanziato dalla madre: si trattava di uno dei templi del *saikoku sanjusansho junrei* 西国 三十三所 巡礼, la strada di pellegrinaggio dei trentatré templi, dove si venerava Kannon. Lo stesso shōgun era un devoto di Kannon, al quale dedicò dei dipinti da lui stesso realizzati e donati a templi **[34]**. Negli anni dell'espansione urbana di Edo sponsorizzò, tra le altre, la ricostruzione del Chisokuin 知足院 e autorizzò la costruzione del Gokokuji 護国寺, la cui sala maggiore era dedicata a Nyōrin Kannon.
Analogamente, molti *daimyō* 大名 sostennero nei loro feudi la ricostruzione di templi buddhisti.
Il ceto medio urbano sviluppò particolare attaccamento a Kannon, Jizō 地 蔵 e ai Sette dei della Fortuna *shichifukujin* 七 福 神 : i credenti seguivano divinità che li avrebbero aiutati a superare le difficoltà della vita attivando il loro potere spirituale con commissioni e offerte.
Le immagini buddhiste venivano prodotte in laboratori specializzati: non più solo nell'ambito dei templi dove operavano i *busshi* 仏 師 , scultori di statue buddhiste, ma dal XVI secolo anche in botteghe laiche cittadine che competevano con gli ateliers ortodossi. I centri produttivi più fecondi per le icone non erano più solo Nara e Kyoto (dove pure i laboratori si erano moltiplicati) ma anche Osaka e Tokyo, dove i monasteri di nuova fondazione richiedevano nuove immagini, aiutati anche dalla diffusione di compendi illustrati - come il *Butsuzō zui* 仏像瑞, del 1690, che venne edito più volte – che costituivano una fonte iconografica essenziale per questi artigiani a servizio di *daimyō*, samurai o ricchi mercanti **[35]**.
I monasteri, per finanziare la ristrutturazione dei loro templi, inviavano nei centri urbani i *maedachi* 前 立 , le copie delle loro icone più antiche e preziose usualmente non visibili, *hibutsu* 秘仏, spesso conservate all'interno di *zushi* 厨 子 , piccoli santuari in miniatura **[36]**. Una recente analisi di Fujisawa Takako mette in luce come il termine *hibutsu* sia comparso nel periodo Edo (sebbene la pratica risalisse almeno al IX secolo), probabilmente per un incremento dell'uso di preservare le sculture lontano dallo sguardo dei fedeli proprio in quel periodo. La stessa studiosa rileva, inoltre, come la gran parte delle icone nascoste fossero dei Jūichimen Kannon 十一面観音, Kannon dalle undici teste, per il suo potere nell'elargire aiuti terreni al fedele (salute, denaro, amore ecc.) **[37]**.

[MBM]

Stato di conservazione

La superficie laccata risultava opaca e alterata nelle zone più critiche, con abrasioni e graffi sull'ultimo strato e sulla foglia oro, con diffuso deposito superficiale coerente e incoerente. L'opera presentava tracce di interventi precedenti molto sommari, con applicazioni di piccoli chiodi e stucco in gesso in vari punti come all'attaccatura

delle anche, alle gambe e in corrispondenza delle giunzioni dei masselli con il corpo centrale (gambe, spalla, panneggi laterali che sorreggono le molteplici braccia). Generalmente, si riscontrava sulla superficie uno strato imbrunito discontinuo e abraso di un protettivo o vernice ossidata contente calcio e silicio, probabili indicatori della presenza di ossalato di calcio come prodotto di degrado dei materiali organici e della presenza di silice quale prodotto di deposito ambientale. Ciò poteva ricondurre alla gommalacca, probabilmente stesa per creare uniformità a seguito di un precedente intervento (Fig. 5). Le braccia presentavano tracce di vari interventi, sotto uno spesso strato di deposito coerente di varia natura e vari incollaggi con la lacca sottostante. Quest'ultima presentava fessurazioni, lacune e sollevamenti dello strato laccato dal supporto. Sulle parti più esposte, come la sommità del capo, le mani, le spalle si riscontrava uno strato spesso di deposito annerito, imparentato con lo strato di gommalacca. Questo fenomeno era dovuto anche ad interventi precedenti eseguiti nel tempo e di cui si sono riscontrate le tracce a seguito della pulitura che ha reso evidente la presenza di fessurazioni o mancanze che erano state stuccate a gesso e patinate con la porporina. I nastri poggianti sulle braccia sono applicati con dei chiodi originariamente coperti con la laccatura che nel lato destro era saltata, facendo così distaccare l'elemento. Per quanto riguarda la testa, una volta rimossa la corona è risultato evidente tutto il degrado: a livello delle teste e della capigliatura era presente un notevole deposito superficiale tanto da alterarne le forme e i colori e diffuse fessurazioni con sollevamenti.
Le parti in metallo si presentavano omogeneamente coperte da un sottile strato di prodotti della corrosione del rame di colore marrone, rossiccio o sui toni del verde, frammisto a depositi di particellato atmosferico e sporco grasso di colore scuro. Tale forma di degrado aveva determinato la pressochè completa copertura della sottostante doratura e dei giochi cromatici delle paste vitree, alterando in generale la corretta lettura estetica dell'opera. Alcuni elementi in filo di rame ritorto, che trattenevano la collana e i pendenti in perline vitree, erano interessati da forme di corrosione e snervamenti della struttura metallica che avevano determinato localizzate rotture. Mancava qualche chiodo, per cui la corona era instabile. Le perline vitree e in legno erano completamente alterate dal deposito e solo dopo la pulitura approfondita si è potuto capire che sono in vetro multicolore.
La base presentava integrazioni con nuovi elementi lignei (parte della balaustra del secondo livello e un leone guardiano dell'ultimo livello). Le integrazioni con porporina e lacca erano alterate cromaticamente, quasi annerite. Vi erano diffuse fessurazioni, lacune e sollevamenti degli strati laccati dal supporto, soprattutto alla base rossa, in corrispondenza delle giunzioni dei masselli. Il piano presentava una fessurazione e conseguente sollevamento degli strati laccati lungo la linea di attacco esagonale della composizione della struttura.
Nella mandorla si riscontrava un precedente intervento con integrazioni in gesso in vaste fessure longitudinali e trasversali e conseguente intervento cromatico. Tutta la superficie del retro risultava patinata per camuffare le stuccature, coprendo così anche la laccatura. L'opera non presentava attacchi di insetti xilofagi.



Figura 5. Stato di conservazione: Particolari del deposito superficiale

Intervento

La metodologia di intervento è stata sostanzialmente di tipo conservativo, volta a consolidare e fermare gli agenti del degrado, regolando la pulitura in base alla maggiore o minore fragilità del materiale. Per la pulitura superficiale è stata eseguita una spolveratura preliminare con pennelli a setole morbide e aspiratore previa messa in sicurezza di parti ed elementi che tendevano a distaccarsi. I vari tipi di depositi superficiali risultavano asportabili a secco, ma si rischiava di scalfire facilmente la foglia oro sottostante, perciò si è dovuto ricorrere a solventi e miscele di sali differenziati per percentuali e tempistiche di permanenza sulla superficie per l'azione che dovevano realizzare su ogni zona (Fig.6). A seguito di successivi test di prova sono stati scelti i seguenti prodotti:

- ✓ Per il deposito organico del corpo è stata eseguita una pulitura con alcool puro, in alternativa una miscela di alcool + acetone (1:1) dato a tampone; nelle zone più resistenti la miscela è stata applicata tramite impacco con utilizzo di carta giapponese come supporto e tenuto pochi minuti calibrando la tempistica a seconda dello strato di deposito sottostante;

- ✓ Le parti nere sono state pulite tramite tamponature di sali di ammonio citrato disciolti in acqua demineralizzata all'1% (TAC) e rimosse con tamponi umidi.



Figura 6. Particolari durante la rimozione del deposito superficiale

Le teste presentavano un notevole deposito superficiale di varia natura e le analisi avevano rivelato che sotto di esso era presente uno strato di pigmento blu indaco, che affiorava a seguito di abrasioni del deposito nero più superficiale. La pulitura di questa zona è stata eseguita sostanzialmente a secco, tramite lama di bisturi e in alcuni casi più resistenti è stata applicata un'emulsione cerosa costituita da cera d'api sbiancata, acqua e stearato d'ammonio, tenuta per qualche minuto e rimossa con essenza di petrolio (Pappetta fiorentina). Nelle scanalature dei capelli il deposito è stato asportato tramite la punta di uno specillo in legno in modo da non asportare troppo il colore indaco sottostante e fermandosi al punto oltre il quale sarebbe stato dannoso proseguire. I volti e le corone dorate delle piccole teste sono stati puliti con una miscela di alcool + acetone data a tampone in quanto presentava uno strato di gommalacca piuttosto consistente, facendo attenzione agli occhi e alla bocca definiti con lacca data a punta di pennello rossa e nera. Le numerose braccia laterali risultavano veramente degradate e completamente coperte da uno spesso deposito che è stato rimosso con tamponature di sali di ammonio citrato disciolti in acqua demineralizzata all'1% (TAC), supportate da carta giapponese, affinché la soluzione non penetrasse troppo nella superficie, e successivamente risciacquate con acqua demineralizzata. Alcune lacune riprese con la porporina sono state pulite con etil lattato, mentre l'amalgama nera è stata ben aspirata e tamponata con acqua e alcool, dopodichè è stata consolidata tramite imbibizioni di resina acrilica Acril 33. La superficie della lacca che presentava fessurazioni o lacune con sollevamento dei bordi degli strati dal supporto ligneo è stata consolidata tramite iniezioni di resina acrilica sciolta in solvente (Paraloid B72 in acetone in varie percentuali dal 5% al 7%) e fatta aderire, ove possibile, tramite termocauterio tarato a bassa temperatura e avendo cura di frapporre un foglio termoisolante. Le integrazioni plastiche delle lacune sono state eseguite solamente nei punti che a livello estetico risultavano invalidanti: sul naso, sulle fessure del retro, frontalmente a livello delle gambe e della veste ed eseguite utilizzando stucco idoneo privo di ritiro e resistente (Polyfilla) addizionato con resina vinilica e pigmento ocra per avvicinarsi alla tonalità della laccatura oro. In seconda fase è stato eseguito il ritocco cromatico tramite acquerelli od oro a missione a seconda del punto su cui intervenire. Per quanto riguarda la protezione finale si è preferito non applicare niente sulla superficie in quanto l'unico intervento davvero compatibile sarebbe stato una rinnovata laccatura, operazione che richiede competenze non acquisibili al momento in Italia. Come ultima operazione è stata fatta solamente una lucidatura con panno di daino leggermente inumidito con solvente apolare. Le placche in rame dorato della base e gli altri elementi metallici sono stati puliti con impacchi di soluzione chelante, EDTA tetrasodico, diluito al 5% per circa 6-8 minuti, che ha permesso di eliminare i prodotti di corrosione e lo sporco grasso superficiale. Per la bassa concentrazione della soluzione e del breve tempo di tenuta, si è potuto ottenere una pulitura molto superficiale ma omogenea, garantendo il rispetto della originaria doratura. Il trattamento è stato fatto seguire da approfonditi risciacqui con acqua demineralizzata e disidratazione a mezzo di acetone per indurre l'evaporazione acquea e protetti con resina acrilica Paraloid B 72 al 2% sciolta in acetone. Stesso trattamento per le perline in vetro, mentre quelle in legno sono state pulite con tamponature di ligroina. Al termine della pulitura si è riusciti a ripristinare la lucentezza dell'oro, permettendo di recuperare grande luminosità e cromatismi inaspettati (Fig.7). Il filo di rame ritorto che sorreggeva la corona sul retro e irrimediabilmente danneggiato è stato sostituito con un filo ritorto di cotone per non creare ulteriore degrado.

[BF]



Figura 7. Particolare dopo l'intervento su tutti gli elementi

NOTE

[1] J. E. KETELAAR, *Of Heretics and Martyrs in Meiji Japan. Buddhism and its persecution*, Princeton University Press, Princeton 1989; F. GIRARD, *Crisis and Revival of Meiji Buddhism*, in « International Inoue Enryo Research», II, 2014, pp. 55-73. C. GLUCK, *Japan's Modern Miths: Ideology in the Late Meiji Period*, Princeton University Press, Princeton 1985.
[2] M. MAUCUEUR, *Henri Cernuschi et Thédore Duret en Asie*, in M. MACUEUR, G. BÉGUIN, *Henri Cernuschi (1821-1896). Voyageur et collectioneur*, catalogue of the exhibition, (Paris, Musée Cernuschi, 6 March – 22 June 1998), Paris Musées, Paris 1998, pp. 23-30.
[3] Furono due personaggi chiave nel processo di valorizzazione e tutela delle icone buddhiste anche per il loro valore artistico oltre che cultuale. C. M. E. GUTH, *Kokuhō: from Dynastic to Artistic Treasures*, in «Cahiers d'Extrême Asie », IX, 1996.1997, pp. 313-322. Un sunto conciso ma esaustivo degli eventi di quegli anni è in D. FAILLA, *La Fine dello Shogunato e il Periodo Meiji*, in D. FAILLA, *Capolavori d'Arte Giapponese dal Periodo Edo alla Modernizzazione*, catalogue of the exhibition (Genova, Museo d'Arte Orientale E. Chiossone, 25 July 2001 – 16 June 2002), Silvana, Milano 2001, pp. 11-19.
[4] Nel 1876, quando Émile Guimet arrivò in Giappone, la situazione era ancora molto favorevole all'acquisto di opere buddhiste e molti commercianti europei apporfittarono dei beni in circolazione in quegli anni per fare arrivare in Europa pezzi di grande valore. Sugli acquisti di Guimet e la creazione del Museo si veda B. FRANK, *Le panthéon Bouddhique au Japon. Collections d'Emile Guimet*, Réunion des musées nationaux, Paris 1991.
[5] Molti dei templi visitati erano dedicati a Kannon. Ad esempio, a Kobe o a Kyoto. A. ZILERI DAL VERME, *Note di Viaggio*, ms, 15 voll., 1887-1889, collezione privata, vol. 11, pp. 36, 48, 123, 125. Si ringrazia la famiglia Zileri Dal Verme per aver concesso la consultazione del manoscritto.
[6] come accadde a Sakai, Osaka, nel tempio di Myokokuji 妙国寺 o a Kyoto presso il Kinkakuji 金閣寺. A. ZILERI DAL VERME, *Note*…, vol. 11, p. 76; vol. 12, p. 8.
[7] Tra questi *Hannya Shingyō* 般若心経, il Sutra del Cuore, e in molti testi della scuola della Terra Pura.
[8] *Il sutra del loto*, a cura di F. Sferra, L. Meazza, (1° ed. Milano, 2001) Rizzoli, Milano, 2013.
[9] Il successo di Kannon era dovuto in parte anche alla sua femminilizzazione, associata ai cultu di fertilità. D. Y. PAUL, *Women in Buddhism: Images of the Feminine in Mahayana Tradition*, Asian Humanities Press, Berkley 1979; M. CUNNINGHAM, *The Path of Kannon's Compassion and Appearance in Early Japan*, in *Kannon. Divine Compassion. Early Buddhist Art from Japan*, catalogo della mostra (Zürich, Museum Rietberg, 18 febbraio – 9 aprile 2007), a cura di Katharina Epprecht, Museum Rietberg, Zürich 2007, pp. 21-32.
[10] Dall'VIII secolo cominciarono a circolare raccolte di racconti sulle divinità e I poteri miracolosi di Kannon. Si veda ad esempio il *Nihon Ryōiki* 日本霊異記. *Nihon ryōiki: cronache soprannaturali e straordinarie del Giappone*, ed. by M. C. Migliore, Carocci, Roma 2010.
[11] *The Dharani Sutra. The Sutra of the Vast, Great, Perfect, Full, Unimpeded Great Compassion Heart Dharani of the Thousand-handed, Thousand-eyed Bodhisattva who Regards the World's Sounds*, Buddhist Text Translation Society, San Francisco 1976.
[12] M. REIS-HABITO, *The Great Compassion Dharani*, in *The Esoteric Buddhist Tradition*, a cura di H. H. Sørensen, Selected Papers from SBS Conference 1989, Seminar for Buddhist Studies, Copenhagen and Århus 1995, pp. 31-49.

[13] Il culto dei sei Kannon, giunto in Giappone dalla Cina, è basato su testi cinesi del VI secolo, in particolare *Mohe zhiguan* 摩訶止観 (The Great Calming and Contemplation) la raccolta di sermoni del patriarca Zhiyi 智顗 (538-597), che descrive queste sei manifestazioni di Kannon come un unico gruppo. Nelle sue sei manifestazioni Kannon avrebbe protetto gli esseri senzienti nei sei reami karmici della reincarnazione. Sul culto dei sei Kannon si veda S. D. FOWLER, *Accounts and images of Six Kannon in Japan*, University of Hawai'i Press, Honolulu 2016, *passim*.

[14] K. EPPRECHT, "*Perceiver of the World's Sounds*…", in *Kannon. Divine Compassion. Early Buddhist Art from Jap*an, catalogo della mostra, Zürich, Rietberg Museum, 18 febbraio- 9 aprile 2007, Museum Rietberg, Zürich 2007, pp. 13-20. Sul pellegrinaggio ai templi di Kannon si veda M. W. MACWILLIAMS, *Temple Myths and the Popularization of Kannon Pilgrimage in Japan A Case Study of Oya-ji on the Bando Route*, in « Japanese Journal of Religious Studies», XXIV, 3 -4, 1997, pp. 375-411.

[15] Per esempio il *Butsuzō zui* 仏 像 図 彙 pubblicato per la prima volta nel 1690. Le immagini di Kannon si trovano soprattutto nel secondo volume. *Ibidem.*

[16] Sulla nomenclatura degli oggetti buddhisti si veda J. SUGIYAMA, *Classic Buddhist Sculpture. The Tempyō Period*, Kodansha International and Shibundo, Tokyo - New York - San Francisco 1989, pp. 66-69.

[17] T. NEVILLE, *Eleven-headed Avalokiteshvara, Chenresigs, Kuanyin or Kannon Bodhisattva: Its Origin and Development*, Munshiram Manoharla Publishers, New Dehli 1999, pp. 4-8.

[18] F. RAMBELLI, *Secret Buddhas: The Limits of Buddhist Representation*, in «Monumenta nipponica», LVII, 3, 2002, pp. 271-307.

[19] Dal X secolo questa tecnica iniziò a rimpiazzare l'intaglio dell'immagine da un unico blocco di legno (*ichiboku zukuri* 一本造).

[20] Il primo esempio di questa tecnica data al 1151. Venne usata per le sculture della Triade di Amida al tempio Chōgakuji 長岳寺 di Nara.

[21] *Ūrṇākośa*: una spirale di capelli bianchi sulla fronte di Buddha o dei bodhisattva, in genere rappresentata con una pietra preziosa o con un cristallo. Rappresenta il terzo occhio, la visione del mondo divino, la possibilità di guardare oltre l'esperienza dolorosa di questo mondo.

[22] Osservazione delle sezioni stratigrafiche al microscopio ottico in luce UV, osservazione al microscopio elettronico a scansione (SEM), microanalisi elementare mediante spettrometro di raggi X a dispersione di energia EDS.

[23] M.-C. CANEPA, V. PARLATO, T. RADELET, B. RINETTI, *Tamon-Ten, periodo Edo*, in *Restaurare l'Oriente. Sculture lignee giapponesi per il MAO di Torino*, a cura di P. Brambilla Barcilon, E. Mello, (Cronache. I), Nardini, Firenze 2008, pp. 49-57.

[24] B. PIERT-BERGERS, M. RICHTER, *The Monju bosatsu at the Museum of East Asian Art in Cologne*, in M. KÜHLENTAL, S. MIURA, *Historical Polychromy. Polychrome Sculpture in Germany and Japan*, Hirmer, München 2004, p. 305; M.-C- CANEPA, V. PARLATO, T. RADELET, B. RINETTI, *Tamon-Ten*…, pp. 49-37.

[25] S. MIURA, *Polichromie in Japan: Eine chronologische Zusammenstellung der Malmaterialen. Polychromy in Japan: A Chronological Compilation of Artists' Material*, in *Historische Polychromie. Skulpturenfassung in Deutschland und Japan. Historical Polychromy. Polychrome Sculpture in Germany and Japan*, ed. by M. Kühlenthal, S. Miura, Hirmer Verlag, München 2004, pp. 244-248.

[26] Una combinazione di svastikas (manji 粉 粉 (粉) intrecciate. Usata anche in epoche precedenti, si diffuse estesamente in Giappone durante l'era Tenshō 粉 粉 (1573-92) quando dalla Cina furono importati molti tessuti con questo pattern.

[27] Animale mitico con il corpo di cervo e coda di bue. Simbolo di virtù, si racconta che il *kirin* appaia in tempi di governo illuminato.

[28] A titolo di esempio si veda la statua di Nyorin Kannon dell'Asia Society di New York. I. COVACI, D. M. MOERMAN, scheda 16, in *Kamakura. Realism and Spirituality in the Sculpture of Japan*, a cura di I. Covaci, catalogo della mostra (New York, Asia Society Museum, 9 febbraio – 8 maggio 2016), Yale University Press, New York 2016, pp. 86-87.

[29] T. TSUDA, *Buddhistische Skulptur in Japan: eine Einführung. Buddhist Sculpture in Japan: An Introduction*, in *Historische Polychromie*…, pp. 251-267.

[30] M.-C.- CANEPA, V. PARLATO, T. RADELET, B. BINETTI, *Tamon-Ten, period Edo...*, pp. 51-53.

[31] P. NOSCO, *Keeping the Faith. The* Bakuhan *Policy Towards Religion in Seventeenth-Century Japan*, in *Religion in Japan. Arrows to Heaven and Earth*, a cura di P. F. Kornicki, I. J. Mc Mullen, Cambridge University Press, New York 1996, pp. 135-155.

[32] Un'analisi esaustiva della politica shogunale di questo period è in P. GRAHAM, *Faith and Power in Japanese Buddhist Art. 1600-2005*, University of Hawai'i Press, Honolulu 2007, pp. 17-44.

[33] B. M. BODART-BAILEY, *The Dog Shōgun. The Personality and Policies of Tokugawa Tsunayoshi*, University Hawai'I Press, Honolulu 2006, pp. 17-36.

[34] P. GRAHAM, *Faith and Power*…, p. 30.

[35] P. GRAHAM, *Faith and Power*…, pp. 128-130.

[36] M. Suzuki, *Invisible* hibutsu *(hidden Buddha) and visible icon*, in *Spacial Icons: Performativity in Byzantium and Medieval Russia*, a cura di A. Lidov, Indrik Moscow 2011, pp. 663-693; P. F. KORNICKI, *Public Displays and Changing Values, Early Meiji Exhibitions and their Precursor*, in «Monumenta Nipponica», XLIX, 2, 1994, pp. 167-196.
[37] T. FUJISAWA, *What is Secret Buddha?*, in *Nihon no Hibutsu (Secret Buddhas in Japan)*, ed. by Korona Bukkusu, Heibonsha, Tokyo 2002, pp. 114-119.

BIBLIOGRAFIA

1. BODART-BAILEY BEATRICE M., *The Dog Shōgun. The Personality and Policies of Tokugawa Tsunayoshi*, University Hawai'I Press, Honolulu 2006.
2. CANEPA MARIE-CLAIRE, PARLATO VALENTINA, RADELET THIERRY, RINETTI BARBARA, *Tamon-Ten, periodo Edo*, in *Restaurare l'Oriente. Sculture lignee giapponesi per il MAO di Torino*, a cura di Pinin Brambilla Barcilon, Emilio Mello, (Cronache. I), Nardini, Firenze 2008, pp. 49-57.
3. *Kannon. Divine Compassion. Early Buddhist Art from Japan*, catalogo della mostra (Zürich, Museum Rietberg, 18 febbraio – 9 aprile 2007), a cura di Katharina Epprecht, Museum Rietberg, Zürich 2007.
4. *The Dharani Sutra. The Sutra of the Vast, Great, Perfect, Full, Unimpeded Great Compassion Heart Dharani of the Thousand-handed, Thousand-eyed Bodhisattva who Regards the World's Sounds*, Buddhist Text Translation Society, San Francisco 1976.
5. FAILLA DONATELLA, *La Fine dello Shogunato e il Periodo Meiji*, in FAILLA DONATELLA, *Capolavori d'Arte Giapponese dal Periodo Edo alla Modernizzazione*, catalogo della mostra (Genova, Museo d'Arte Orientale E. Chiossone, 25 luglio 2001 – 16 giugno 2002), Silvana, Milano 2001, pp. 11-19.
6. FOWLER SHERRY D., *Accounts and images of Six Kannon in Japan*, University of Hawai'i Press, Honolulu 2016.
7. FRANK BERNARD, *Le panthéon Bouddhique au Japon. Collections d'Emile Guimet*, Réunion des musées nationaux, Paris 1991.
8. FUJISAWA TAKAKO, *What is Secret Buddha?*, in *Nihon no Hibutsu (Secret Buddhas in Japan)*, ed. by Korona Bukkusu, Heibonsha, Tokyo 2002, pp. 114-119
9. GIRARD FRÉDÉRIC, *Crisis and Revival of Meiji Buddhism*, in « International Inoue Enryo Research», II, 2014, pp. 55-73
10. GLUCK CAROL, *Japan's Modern Miths: Ideology in the Late Meiji Period*, Princeton University Press, Princeton 1985.
11. 1GRAHAM PATRICIA J., *Faith and Power in Japanese Buddhist Art. 1600-2005*, University of Hawai'i Press, Honolulu 2007.
12. GUTH CHRISTINE M. E., *Kokuhō: from Dynastic to Artistic Treasures*, in «Cahiers d'Extrême Asie », IX, 1996.1997, pp. 313-322.
13. *Kamakura. Realism and Spirituality in the Sculpture of Japan*, a cura di Ive Covaci, catalogo della mostra (New York, Asia Society Museum, 9 febbraio – 8 maggio 2016), Yale University Press, New York 2016.
14. KETELAAR JAMES EDWARD, *Of Heretics and Martyrs in Meiji Japan. Buddhism and its persecution*, Princeton University Press, Princeton 1989.
15. KORNICKI PETER F., *Public Displays and Changing Values, Early Meiji Exhibitions and their Precursor*, in «Monumenta Nipponica», XLIX, 2, 1994, pp. 167-196.
16. KÜHLENTAL MICHAEL, MIURA SADATOSHI, *Historical Polychromy. Polychrome Sculpture in Germany and Japan*, Hirmer, München 2004.
17. MAUCUEUR MICHEL, *Henri Cernuschi (1821-1896). Voyageur et collectioneur*, catalogue of the exhibition, (Paris, Musée Cernuschi, 6 March – 22 June 1998), Paris Musées, Paris 1998.
18. MACWILLIAMS MARK W., *Temple Myths and the Popularization of Kannon Pilgrimage in Japan A Case Study of Oya-ji on the Bando Route*, in « Japanese Journal of Religious Studies», XXIV, 3 -4, 1997, pp. 375-411.
19. NEVILLE TOVE E., *Eleven-headed Avalokiteshvara, Chenresigs, Kuanyin or Kannon Bodhisattva: Its Origin and Development*, Munshiram Manoharla Publishers, New Dehli 1999.
20. *2Nihon ryōiki: cronache soprannaturali e straordinarie del Giappone*, a cura di Maria Chiara Migliore, Carocci, Roma 2010.
21. NOSCO PETER, *Keeping the Faith. The* Bakuhan *Policy Towards Religion in Seventeenth-Century Japan*, in *Religion in Japan. Arrows to Heaven and Earth*, a cura di P. F. Kornicki, I. J. Mc Mullen, Cambridge University Press, New York 1996, pp. 135-155.
22. 2PAUL DIANA Y., *Women in Buddhism: Images of the Feminine in Mahayana Tradition*, Asian Humanities Press, Berkley 1979.
23. FABIO RAMBELLI, *Secret Buddhas: The Limits of Buddhist Representation*, in «Monumenta nipponica», LVII, 3, 2002, pp. 271-307

24. REIS-HABITO MARIA DOROTEA, *The Great Compassion Dharani*, in *The Esoteric Buddhist Tradition*, a cura di H. H. Sørensen, Selected Papers from SBS Conference 1989, Seminar for Buddhist Studies, Copenhagen and Århus 1995, pp. 31-49.
25. SUGIYAMA JIRO, *Classic Buddhist Sculpture. The Tempyō Period*, Kodansha International and Shibundo, Tokyo - New York - San Francisco 1989.
26. *Il sutra del loto*, a cura di Francesco Sferra, Luciana Meazza, (1° ed. Milano, 2001) Rizzoli, Milano, 2013.
27. SUZUKI MICHITAKA, *Invisible* hibutsu *(hidden Buddha) and visible icon*, in *Spacial Icons: Performativity in Byzantium and Medieval Russia*, a cura di A. Lidov, Indrik Moscow 2011, pp. 663-693
28. ZILERI DAL VERME ALESSANDRO, *Note di Viaggio*, ms, 15 voll., 1887-1889, collezione privata.

VALUTAZIONI SULL'EFFICACIA DELLE SOSPENSIONI ACQUOSE DI NANOCALCITE PER IL CONSOLIDAMENTO DEI DIPINTI MURALI DELLO 'STUDIOLO' A GROTTESCHE DI PALAZZO SILVESTRI RIVALDI A ROMA

Roberta Cucchietti*, Maria Beatrice Coltelli, Lucia Conti, ***, Carla Giovannone****, Giancarlo Sidoti*****

* Restauratrice, libero professionista, Roma, 3471496861, robertacucchietti@gmail.com
**Chimico, Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale Università di Pisa, Via Diotisalvi 2, 56126, Pisa 0502217856, maria.beatrice.coltelli@unipi.it
*** Funzionario Geologo, ICR, Via di San Michele 25, 00153, Roma, lucia.conti@beniculturali.it
**** Funzionario Restauratore, ICR, Via di San Michele 25, 00153, Roma, 0667236333, carla.giovannone@beniculturali.it
*****Funzionario Chimico, ICR, Via di San Michele 25, 00153, Roma, giancarlo.sidoti@beniculturali.it

Abstract

L'intervento di restauro pilota dei dipinti murali del cosiddetto 'studiolo' a grottesche di Palazzo Silvestri Rivaldi a Roma ha offerto l'occasione per studiare per la prima volta, su materiale lapideo artificiale, le sospensioni acquose di nanocalcite, un nuovo prodotto sperimentale sviluppato nel 2017 all'interno del Progetto Europeo Nano-Cathedral **[1]**. Si tratta di sospensioni acquose nanoparticellari a base di carbonato di calcio impiegabili nel ristabilimento della coesione di materiali a matrice carbonatica. Gli obiettivi della ricerca presentata sono la verifica delle sue effettive capacità consolidanti per il trattamento di intonaco e di pellicola pittorica disgregati e l'individuazione di problematiche conservative specifiche in cui sfruttare le caratteristiche intrinseche del prodotto. In fase preliminare sono stati realizzati una serie di provini finalizzati alla messa a punto della metodologia applicativa più idonea delle sospensioni a nanocalcite. La valutazione dell'efficacia dei trattamenti condotti sui provini è stata verificata mediante osservazione diretta e metodi di controllo (colorimetria, spugna a contatto, *peeling test*), confrontando quanto ottenuto dal nuovo prodotto con altri due consolidanti di uso diffuso rappresentati da una nanodispersione acrilica e da una nanocalce. Per valutare a confronto l'entità della penetrazione del consolidante, in un substrato di pellicola pittorica, sono state realizzate delle sezioni lucide stratigrafiche su campioni prelevati dai provini trattati con nanocalcite e nanocalce resistituendo, mediante microscopia elettronica a scansione con microanalisi di raggi X in dispersione di energia (SEM-EDS), le mappe elementali relative al calcio corredate da analisi quantitative. Tenendo in considerazione il profilo sperimentale del prodotto ancora non presente a livello commerciale, i dati offerti dalla ricerca e le osservazioni derivate dalla pratica applicativa del trattamento eseguito sul manufatto *in situ* prefigurano le sospensioni di nanocalcite come un'alternativa potenzialmente valida al tradizionale impiego di nanocalce nel consolidamento di materiale lapideo artificiale.



Figura 1. La volta dello 'studiolo' a grottesche di Palazzo Silverstri Rivaldi (fotografie di Angelo Raffaele Rubino)

Introduzione

La ricerca sperimentale condotta è nata nell'ambito del progetto di tesi del corso di laurea magistrale dell'ICR **[2]** che ha avuto come oggetto l'intervento di restauro pilota dei dipinti murali dello 'studiolo' a grottesche di Palazzo Silvestri Rivaldi a Roma **[3]**. La decorazione pittorica dello 'studiolo' risulta ascrivibile al periodo in cui il palazzo divenne di proprietà del cardinale Alessandro Ottaviano de' Medici tra il 1577 e il 1591 e si estende sui 25 mq^2 della volta a 'schifo' della piccola sala. L'osservazione puntuale e analitica delle superfici, supportata

dai risultati ottenuti delle indagini scientifiche, ha permesso di attribuire al dipinto una tecnica esecutiva a 'secco' che ha previsto l'impiego di un legante di natura organica sfruttato per l'ottenimento di impasti cromatici brillanti, applicati su due stesure di scialbo a base di grassello di calce con funzione di campitura di fondo bianca per la pittura a grottesche. Lo strato preparatorio del dipinto è costituito da un arriccio e da un intonaco confezionato a base di calce, pozzolana grigia, tracce di pozzolana rossa e sporadici inclusi tufacei con granulometria variabile.
La mancanza nel passato di controllo e manutenzione sullo stato delle murature - oggetto nel tempo di problematiche di infiltrazione - e le condizioni microclimatiche a contorno dell'ambiente semiconfinato della sala caratterizzate da elevati valori di umidità relativa a fronte di un'escursione termica annua critica, sono all'origine delle principali problematiche conservative riscontrate sulle superfici. Ciò si evidenzia nella parziale perdita della componente dipinta caratterizzata da difetti di coesione e di adesione e dalla presenza di estese porzioni di intonaco abraso, disgregato, impoverito di legante e soggetto puntualmente a fenomeni di efflorescenze e subefflorescenze saline, in grado di originare anche la formazione di sollevamenti di pellicola pittorica con una morfologia a 'bolla'.
Dall'esigenza di risolvere le problematiche di coesione dell'intonaco e dalla volontà di sperimentare nuove soluzioni, si sviluppa la presente ricerca sperimentale incentrata sulle sospensioni a nanocalcite messe a punto - nell'ambito del Progetto Europeo - dalla collaborazione nata tra i laboratori dell'Università di Arti Applicate di Vienna, l'INSTM di Firenze e i laboratori dell'Università di Pisa **[4]**. Le sospensioni acquose di nanocalcite sintetizzate e rese disponibili dall'Università di Pisa, risultano composte da un 5% in peso sulla fase liquida di nano-cristalli di carbonato di calcio con dimensioni medie di 30 nm e dallo 0,25% di frazione organica a base di un copolimero acrilico con catene laterali di polietere aggiunto a scopo stabilizzante. La sospensione si presenta come un liquido bianco opalescente ed è denominata CCN+PCE (Calcium Carbonate Nanoparticle più PCE dal nome commerciale del copolimero impiegato come stabilizzante **[5]**). Ad applicazione ultimata, l'evaporazione dell'acqua della sospensione permette la deposizione del $CaCO_3$ che funge da 'riempitivo' per le aree soggette a disgregazione costituendo una matrice cristallina che lega le sub-particelle decoese grazie a interazioni ioniche **[6]**. La presenza del PCE, oltre a svolgere una primaria funzione tensioattiva in grado di tenere in sospensione acquosa le particelle insolubili di calcite e di abbassare la tensione superficiale tra consolidante e substrato, a livello teorico interagisce con il materiale costitutivo grazie all'azione chelante dei gruppi liberi della frazione acrilica dello stabilizzante in grado di originare carbossilati in associazione con ioni calcio presenti all'interfaccia del reticolo cristallino del materiale costitutivo.
La volontà di studiare l'effettiva capacità consolidante di questa nuova tipologia di prodotto nasce dall'idea di provare a sfruttare vantaggiosamente le peculiarità della sospensione rappresentate dalle basse dimensioni particellari del suo contenuto solido, dal pH neutro, dalla stabilità chimica della calcite che non necessita della reazione di carbonatazione all'interno del materiale costitutivo, dai vantaggi operativi derivati dalla presenza dello stabilizzante e dalla possibilità di avere a disposizione una sospensione concentrata al 5%.
Pur non esistendo alcun tipo di esperienza fattiva riguardante l'impiego del prodotto senza lo stabilizzante organico PCE, a scopo di confronto con quello stabilizzato, è stata portata avanti la ricerca su entrambe le tipologie di nanocalcite: sospensioni di nanocalcite non stabilizzata (CCN) e sospensioni di nanocalcite stabilizzata (CCN+PCE).

Allestimento dei provini, definizione di un 'protocollo' applicativo ed esecuzione dei trattamenti

Per testare entrambe le tipologie di sospensione, utilizzando una controforma di 15x15x2,5 cm^3 di dimensione, sono stati realizzati dei provini di intonaco con l'intenzione di riproporre materiali costitutivi e stato decoesivo quanto più similari possibile a quanto rilevato allo stato di fatto del manufatto. I provini confezionati sono composti da pozzolana grigia, pozzolona rossa e inclusi di tufo giallo locale messi in opera con proporzione in volume 6,5:1 aggregato/grassello di calce. In seconda battuta la valutazione del nuovo prodotto, con riferimento alle problematiche coesive di una pellicola pittorica, è stata condotta testandone l'efficacia su due tipologie di pigmento applicate sui provini di intonaco messi in opera con l'idonea proporzione aggregato/grassello di calce (2,5:1). Sono stati realizzati dei provini con pellicola pittorica a ocra gialla applicata simulando una tecnica ad affresco e dei provini con pellicola pittorica a smaltino stemperata in poca colla animale (in volume 1:3 pigmento/colla diluita 1:13 in acqua) e applicata con tecnica a 'secco' su uno scialbo a base di grassello di calce e carbonato di calcio micronizzato (in volume 1,5:1 + 3,5 acqua). Tale scelta viene fatta a scopo sperimentale per avere a disposizione una pellicola pittorica priva dell'elemento calcio al fine di evidenziarne in sede analitica, al SEM-EDS, le quantità ascrivibili al solo consolidante.
L'utilizzo di un prodotto mai applicato in precedenza su intonaco e pellicola pittorica e privo di una scheda tecnica di riferimento, ha richiesto l'esecuzione di una serie di test preliminari applicativi condotti sui provini. I test preliminari sono stati messi a punto seguendo l'impostazione di un piano metodologico in cui l'intero iter operativo del consolidamento è stato semplificato in fasi parziali corrispondenti alle diverse modalità applicative testate e riportate in apposita schedatura.



Figura 2. Fase preliminare test applicativi

I test hanno avuto lo scopo di individuare: la concentrazione ottimale del prodotto, il numero di cicli d'applicazione, i tempi di gestione del trattamento e i mezzi applicativi. Quanto portato a termine ha permesso di delineare un 'protocollo' operativo adeguato che prevede:
1) l'applicazione di un trattamento preliminare delle superfici a base di alcol isopropilico eseguibile - a pennello o a nebulizzazione - al fine di abbassare la tensione superficiale tra sospensione e substrato;
2) la diluizione delle sospensioni in alcol isopropilico da sfruttare in cicli d'applicazione ripetibili ogni 2 ore con l'incremento progressivo della concentrazione (da 12,5% a 100%);
3) l'utilizzo di una modalità applicativa fino a 'rifiuto' eseguibile a pennello sull'intonaco e a nebulizzazione sulla pellicola pittorica, ottimizzabile negli ultimi cicli applicativi con stesure a pennello interponendo un foglio di velina inglese.
Attestandosi a queste indicazioni e dopo aver sottoposto preventivamente le sopensioni a bagno di ultrasuoni per un tempo di 10 minuti, i trattamenti sui provini sono stati condotti con le seguenti modalità **[7]**:

CCN		**CCN+PCE**		**CCN+PCE**			
INTONACO pennello		INTONACO pennello		PELLICOLA OCRA nebulizzazione e pennello		PELLICOLA SMALTINO nebulizzazione e pennello	
N°stesure	DILUIZIONE %	N°stesure	DILUIZIONE %	N°stesure	DILUIZIONE %	N°stesure	DILUIZIONE %
1	25	1	12,5	1	12,5	1	12,5
2	25	2	12,5	2	12,5	2	12,5
3	25	3	25	3	25	3	12,5
4	25	4	50	4	100	4	25
						5	100

Figura 3. Modalità applicative delle sospensioni a nanocalcite sui provini di intonaco e con pellicola pittorica

In questa fase prelimare, al fine di evidenziare la morfologia e la distribuzione della nanocalcite sulle superfici trattate (piano e sezione), sono state eseguite delle riprese al microscopio elettronico a scansione (SEM) in modalità SE (*Secondary Electrons*) e BS (*Back Scattered*) su campioni prelevati dai provini. Le immagini a confronto sul campione a pellicola pittorica con pigmento ocra, non trattato e trattato, mostrano l'effetto *coating* della nanocalcite visibile negli agglomerati nanometrici che rivestono il substrato sia in piano che in sezione.



Figura 4. Pellicola pittorica ocra (provino non trattato – piano SE 50.000x)



Figura 5. Pellicola pittorica ocra (provino trattato – piano SE 50.000x)



Figura 6. Pellicola pittorica ocra (provino trattato – sezione BS 600x)

La valutazione a confronto: selezione dei prodotti e prime valutazioni

La selezione dei prodotti per la valutazione a confronto con i metodi di controllo è stata condotta individuando altre due tipologie di formulati - rappresentativi della classe organica e inorganica – previa consultazione della letteratura scientifica **[8]** e delle schede tecniche di una serie di consolidanti attualmente disponibili in commercio. A parità della classe di prodotto selezionata, sono stati scelti formulati nanometrici caratterizzati dalla dimensione particellare del contetuto solido più competitiva. La scelta è ricaduta sulla nanodispersione acrilica K52 della Kremer Pigmente (20-40 nm) e sul Nanorestore Plus® Propanol 5 (g/l) del CSGI di Firenze (<<100 nm) selezionato tra le nanocalci con le quali il nuovo prodotto condivide caratteristiche assimilabili. I prodotti destinati alla valutazione e testati in base alla tipologia dei provini risultano:

- **PROVINI DI INTONACO**: CCN, CCN+PCE, Nanorestore Plus®
- **PROVINI CON PELLICOLA PITTORICA**: CCN+PCE, K52, Nanorestore Plus®

Dopo aver ottenuto una prima conferma dell'effettiva capacità aggregante del CCN e del CCN+PCE attraverso un semplice test condotto imbibendo 1 g di sabbia calcarea gialla (< 0,7 mm) con la medesima quantità (0,45 ml) e concentrazione (0,5%), di ogni prodotto selezionato **[9]**, si è proceduto con l'applicazione dei due formulati sui

provini attestandosi alle indicazioni fornite da letteratura tecnica e all'esperienza operativa pregressa **[10]**. La redazione di singole schede di trattamento che documentano i dati operativi inerenti alla quantità totale di prodotto applicato (ml), al contenuto solido introdotto calcolto in base al contenuto % (g/l) e alla tempistica del consolidamento (ore), mostrano a livello indicativo che le sospensioni a nanocalcite consentono, a confronto con la nanocalce, di raggiungere un risultato considerato adeguato introducendo una similare quantità di $CaCO_3$ sfruttando una quantità totale di prodotto minore e riducendo la tempista dell'operazione. Il K52 sulla pellicola pittorica, grazie alle proprietà adesive che lo caratterizzano, ottiene il risultato con la minore quantità sia di prodotto totale che di contenuto solido introdotto.

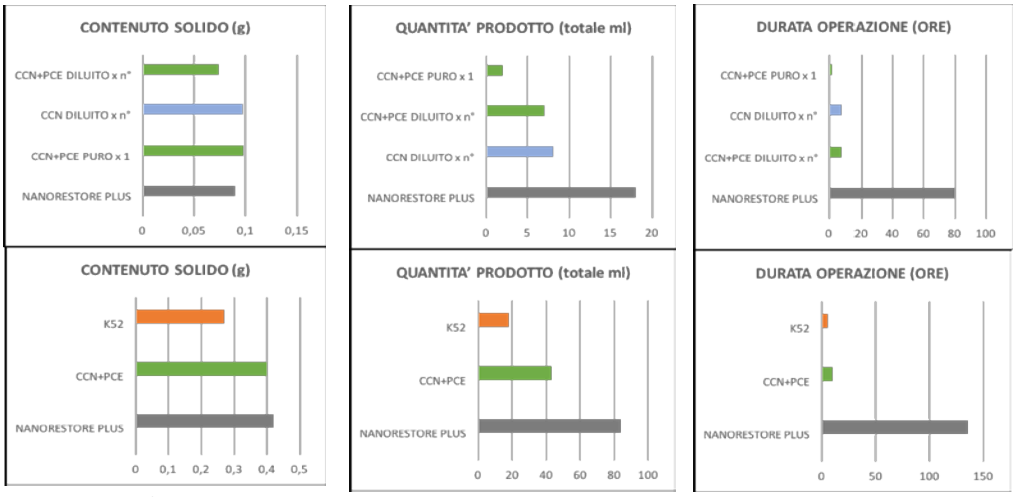


Figura 7. Istogrammi a confronto relativi ai provini di intonaco (riga superiore) e ai provini con pellicola pittorica a smaltino (riga inferiore)

Risultati dei controlli sui provini

I metodi di controllo (colorimetro, spugna a contatto, *peeling test* **[11]**) sono stati eseguiti su tutti i provini prima e dopo l'applicazione di ogni trattamento ricavando la media dei valori acquisiti da più punti di misura.

Per quanto riguarda le misure colorimetriche, tutti i risultati ottenuti da CCN e CCN+PCE si attestano al di sotto del valore di 'soglia' (espresso con l'indice ΔE^*_{00} =2) considerato non percepibile da un occhio umano 'esperto'. Il Nanorestore Plus® sul provino a smaltino ottiene un valore lievemente superiore al ΔE^*_{00} limite rapportabile al lieve sbiancamento superficiale verificatosi dopo le ultime stesure del prodotto e che l'impacco a polpa di cellulosa, applicato in sede operativa, è riuscito ad attenuare solo in parte.

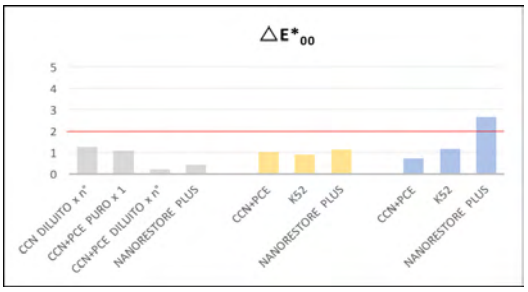


Figura 8. Istogramma misure colorimetriche

Osservando l'andamento del grafico relativo al test della spugna a contatto, i valori di assorbimento d'acqua capillare (indice Wa) subiscono un generale decremento dopo i trattamenti. Confrontantando i provini di intonaco con quelli a pellicola pittorica, tale variazione risulta meno accentuata sui provini di intonaco caratterizzati da porosità maggiore. Sui provini con pellicola pittorica si registra una variazione risultata più evidente con l'applicazione del prodotto organico K52 e un risultano similare sui provini a smaltino tra CCN+PCE e Nanorestore Plus® con una lieve differenza nei provini con pellicola pittorica ocra, dove il CCN+PCE registra sostanzialmente un risultato intermedio tra K52 e Nanorestore Plus®.

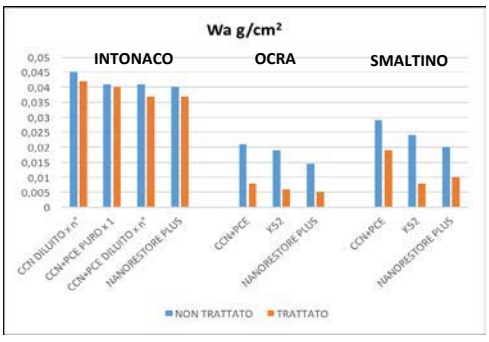


Figura 9. Istogramma misure spugna a contatto

I risultati del *peeling test* sui a provini di intonaco, espressi con l'indice di Coesione superficiale **[12]**, mostrano un generale decremento della quantità di materiale asportato dopo i trattamenti: il CCN ottiene un buon risultato e il CCN+PCE applicato in più cicli di trattamento a concentrazioni progressive diluite e il Nanorestore Plus® si attestano come i due prodotti più efficaci.

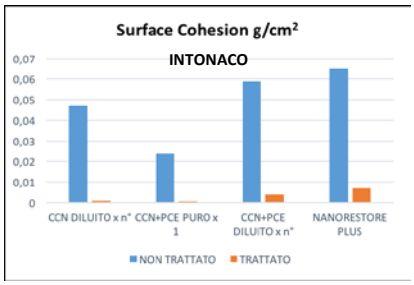


Figura 10. Istogramma *peeling test* (Coesione superficiale provini di intonaco)

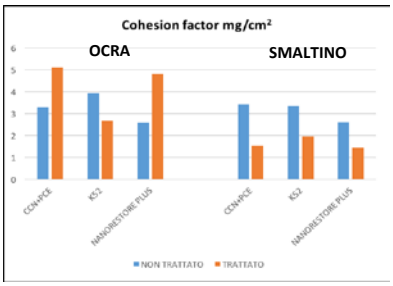


Figura 11. Istogramma *peeling test* (Fattore di coesione provini con pellicola pittorica)

La lettura dei dati forniti dal *peeling test* sui provini con pellicola pittorica, dove si è valutato il Fattore di coesione **[13]**, evidenzia il miglior risultato ottenuto dal CCN+PCE sui provini a smaltino. Sui provini ocra risultano invece osservabili dei valori in scala negativa sia per quanto riguarda la nanocalcite che la nanocalce. Il valore potrebbe suggerire una capacità consolidante in grado di risultare efficace anche nei primi micron dello strato di intonaco rimasti adesi sullo scotch test insieme alla pellicola pittorica.

La profondità di penetrazione e la quantità di $CaCO_3$ introdotta, è stata valutata al SEM-EDS su due sezioni lucide stratigrafiche allestite da campioni prelevati dai provini con pellicola pittorica a smaltino trattati con nanocalcite (campione P2) e nanocalce (campione P3) confrontate con un campione da provino non trattato (campione P1). Considerando che l'elemento calcio, pur presente, non è evidenziato nello strato a smaltino **[14]** del provino non trattato P1, le mappe elementali relative a due punti di misura (A e B) dei campioni analizzati al termine dei trattamenti, offrono una visualizzazione indicativa del calcio e quindi dei consolidanti nello strato.

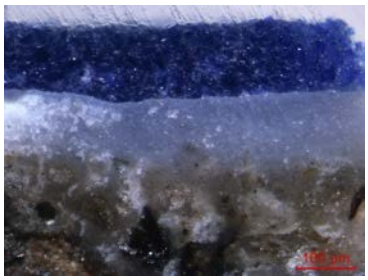


Figura 12. Sezione lucida stratigrafica del campione non trattato P1

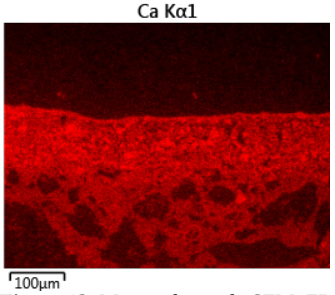
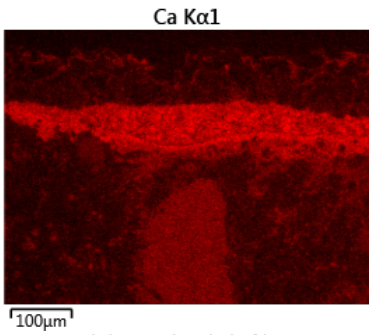
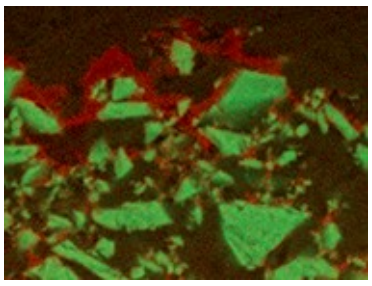


Figura 13. Mappa elemetale SEM- EDS del campione P1



CCN+PCE (P2-A)
Calcio Weight% =27



CCN+PCE (P2-A)

Entrambi i prodotti, nanocalcite e nanocalce, sono rilevabili nelle mappe elementali e quindi penetrati nella campitura a smaltino (120 µm) con valori medi della percentuale in peso del calcio che ne evidenziano l'incremento sui campioni dei provini trattati. Tale incremento quantificato appare maggiore sui campioni relativi al Nanorestore Plus®.
L'analisi SEM-EDS a maggiore

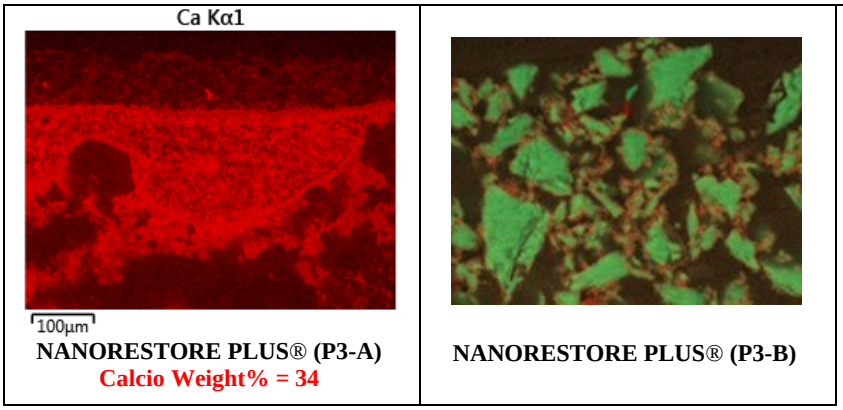


Figura 14. Mappe elementali SEM-EDS con la media dei valori % in peso del calcio (Calcio Weight%) e le mappe elementali ca/si (3000x)

ingrandimento (3000x) sullo strato a smaltino, mostrando ancor più efficacemente la distribuzione contemporanea del calcio e del silicio e quindi la distribuzione dei consolidanti nel substrato, evidenzia a partità di superficie analizzata che entrambi i trattamenti si distribuiscono in tutta l'area. Osservando le due sezioni a confronto risulta tuttavia apprezzabile una maggior omogeneità di distribuzione del calcio nel campione prelevato dal provino trattato a Nanorestore Plus® (P3-B) e si evidenzia la presenza di un accumulo superficiale di consolidante nel campione trattato con CCN+PCE (P2-A). Tale effetto, in grado di inglobare i granuli di pigmento più esposti, non è risultato riscontrabile all'osservazione visiva e non è stato registrato dalle misure colorimetriche.

Sperimentazione *in situ*

Tenendo in considerazione le specifiche condizioni microclimatiche della sala a grottesche, collocata per lo più in un edificio allo stato dei fatti ancora non bonificato, si è optato per testare *in situ* sull'intonaco il prodotto non stabilizzato (CCN) costituito esclusivamente da calcite in sospensione acquosa ed alcol isopropilico qualora diluito. Tale scelta si basa sulla valutazione che la pur ridotta frazione organica (0,25% nel prodotto tal quale) a base di copolimero acrilico con gruppi di polietilglicole presente nel CCN+PCE potrebbe costituire in linea teorica il potenziale substrato nutrizionale per microrganismi eterotrofi **[15]**. Il test condotto su provino nell'arco della ricerca per ottenere una prima risposta in tal senso – seppur non indicativo che il PCE favorisse la formazione di un attacco fungino **[16]** - è stato considerato non sufficiente ad avvalorare la sperimentazione sul manufatto di un prodotto sperimentale che necessita ancora di maggior garanzie di resistenza in condizioni di contaminazione biologica **[17]**.

Le sospensioni di CCN vengono applicate sottoponendole a bagno di ultrasuoni per un tempo di 10 minuti prima dell'inizio dei trattamenti. Sono state quindi eseguite 3 tipologie di prove applicative:

Applicazione 1: il prodotto viene applicato nelle lacune d'intonaco abrase su un'area con difetti di coesione lievi e una con difetti di coesione gravi **[18]** e valutato con i metodi di controllo (colorimetro, spugna a contatto, *peeling test*). Le modalità applicative seguono quanto delineato nel 'protocollo' messo a punto sui provini sostituendo, nei primi cicli di trattamento, la stesura a pennello con l'applicazione a nebulizzazione. La validazione con i metodi di controllo dell'efficacia del consolidamento, riscontrata anche fattivamente dall'esperienza operativa, ha permesso di estenderne l'utilizzo anche per il ristabilimento della coesione relativamente alle lacune di intonaco nell'area selezionata per l'esecuzione dell'intervento di restauro pilota nello 'studiolo'. Nell'area d'intervento, i sali superficiali comparsi sull'intonaco al termine della pulitura, eseguita in fase successiva al consolidamento con compresse addensate di Nevek® e bicarbonato d'ammonio, sono stati rimossi con due estrazioni effettuate con velina inglese applicata con acqua deionizzata lasciata agire fino a distacco della velina.



Figura 15. Applicazione 1

Applicazione 2: il CCN viene applicato per il consolidamento dell'intonaco decoeso in corrispondenza delle aree in cui si manifestavano anche sollevamenti a 'bolla' della campitura di fondo bianca. In questo caso l'operazione è stata eseguita preventivamente alla riadesione delle porzioni sollevate operando - sull'intonaco al di sotto dei distacchi più critici - con infiltrazioni di nanocalcite diluita al 25% in alcol isopropilico e con nanocalcite pura anche in corrispondenza dei difetti di adesione lievi. Al termine delle operazioni le porzioni a vista di intonaco risultano consolidate e si registra un netto miglioramento della tenuta generale del 'sistema' grazie all'azione 'riempitiva' della nanocalcite tra l'intonaco e la campitura di fondo in presenza di lievi difetti di adesione **[19]**.



Figura 16. Applicazione 2

Applicazione 3: l'idea alla base dell'operazione è quella di risolvere, preventivamente al consolidamento profondità, le problematiche di coesione verosimilmente presenti all'interfaccia dei distacchi di strato preparatorio. Infiltrare una malta premiscelata tra due superfici decoese, può in alcuni casi invalidare il ristabilimento dell'adesione provocando il successivo distacco del premiscelato idraulico dalle superfici stesse. Dopo l'esecuzione dei fori per il consolidamento di profondità e previa infiltrazione di alcol isopropilico, si è proceduto ad infiltrare a siringa il CCN puro fino a 'rifiuto'. L'operazione è stata eseguita nell'arco di una giornata procedendo, solo dopo 24 ore, all'infiltrazione di premiscelato idraulico Ledan RI.STAT.A per il ristabilimento dei difetti di adesione tra intonaco e arriccio **[20]**.

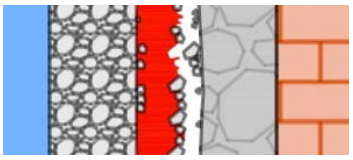


Figura 17. Casistica descritta



Figura 18. Applicazione 3

Conclusioni

I dati ricavati nel corso della ricerca e l'insieme di quanto sperimentato sui provini e sul manufatto attestano in linea generale l'efficacia delle sospensioni di nanocalcite per il consolidamento dei difetti di coesione del materiale lapideo artificiale. Per quanto riguarda il confronto tra il prodotto non stabilizzato (CCN) e quello stabilizzato (CCN+PCE) con l'aggiunta dell'additivo organico, il primo dato emerso dalle prove applicative sulla pellicola pittorica è che la presenza dell'additivo favorisce anche una migliore penetrazione del prodotto, abbassando la tensione superficiale all'interfaccia dipinto-sospensione. Contemporaneamente il prodotto non stabilizzato CCN, testato sui provini ed estesamente anche *in situ*, mostra di assolvere efficacemente la sua funzione anche in assenza dell'azione 'coadiuvante' riferibile allo stabilizzante PCE.

La prima risposta positiva sulla capacità aggregante del prodotto stabilizzato e non, ricavata dalle prove per imbibizione su inerte a matrice calcarea, è stata confermata dai dati ottenuti con i metodi controllo (colorimetria, spugna a contatto, *peeling test*) che hanno offerto dei risulti adeguati in tutti i test condotti sui provini di intonaco e con pellicola pittorica e *in situ*. Il prodotto mostra adeguate proprietà nel ristabilimento dell'unità delle superfici decoese senza generare l'alterazione cromatica delle stesse e senza occludere le porosità del substrato.

Quanto acquisito inoltre ha permesso di evidenziare alcune criticità delle sospensioni di nanocalcite, una serie di caratteristiche positive e dei vantaggi offerti dal punto di vista applicativo.

Pur tenendo in considerazione che i dati relativi alla quantità percentuale media del calcio, ottenuti mediante analisi SEM-EDS, sono riferiti esclusivamente a due punti di misura da un singolo prelievo di pellicola pittorica, tra le criticità va segnalato che il trattamento a nanocalcite appare introdurre nel substrato una quantità di carbonato di calcio lievemente inferiore rispetto alla nanocalce evidenziando anche una minore omogeneità di distribuzione.

Tra i vantaggi invece la nanocalcite grazie alle sue caratteristiche intrenseche, offre un pH neutro in grado di escludere totalmente reazioni con i pigmenti sensibili ad attacco basico ed esclude possibili reazioni con alcune tipologie di sali solubili cristallizzati eventualmente presenti nel manufatto **[21]**. In base all'esperienza operativa acquista le sospensioni a nanocalcite:

- non precludono dopo il consolidamento l'estrazione dei sali cristallizzati presenti nel manufatto;
- possono essere applicate, a sostituzione di un prodotto organico, per la risoluzione di lievi difetti di adesione tra intonaco e pellicola pittorica;
- non creano l'eventuale sbiancamento dovuto alla frazione di $Ca(OH)_2$ depositata in superficie da un trattamento a nanocalce, evitando l'applicazione del relativo impacco ad acqua deionizzata;
- presentandosi ad una concentrazione di residuo solido del 5% consentono di variarne la diluizione a seconda delle necessità permettendo, a confronto con una nanocalce, di raggiungere un risultato adeguato introducendo similari quantità di carbonato di calcio con un apporto totale di prodotto minore riducendo i cicli di trattamento necessari.

Tutto ciò si traduce nella possibilità di utilizzare un prodotto sfruttabile, in virtù delle sue caratteristiche intrinseche, anche nella risoluzione di problematiche conservative specifiche e nella possibilità di utilizzare un consolidante inorganico, altamente affine con la matrice carbonatica, ma che non avendo l'esigenza di carbonatare come una nanocalce risulta applicabile con un 'protocollo 'operativo semplificato che riduce la tempistica delle operazioni.

Allo stato attuale tenendo in considerazione il profilo sperimentale delle nanocalciti ancora non presenti a livello commerciale e le criticità delineate, le osservazioni derivate dalla pratica operativa e i primi risultati raggiunti prefigurano le sospensioni di nanocalcite testate *in situ* per il ristabilimento della coesione dell'intonaco come un'alternativa potenzialmente valida al tradizionale impiego di una nanocalce. Relativamente all'auspicabile

possibilità di aprire ulteriori linee di ricerca su questa nuova tipologia di prodotto, l'esperienza raccolta nel corso del lavoro svolto suggerisce di affrontare due ordini di criticità. La prima è inerente alla possibilità di formulare le nanocalciti già in soluzione alcolica pronta all'uso: ciò permetterebbe l'eliminazione del trattamento prelimare ad alcol isopropilico favorendo un'azione più efficace in grado tendenzialmente di migliorare la tensione superficiale tra liquido e solido e conseguentemente la penetrabilità nel substrato. La seconda riguarda la valutazione della problematica dell'eventuale suscettibilità biologica rappresentata dal polietilenglicole dell'additivo nel CCN+PCE. La sostituzione della tipologia di stabilizzante impiegato o più semplicemente, come accade in molti altri formulati in campo conservativo, l'aggiunta al prodotto di un inibitore alla suscettibilità biologica, potrebbero rivelarsi determinanti per l'ipotetico futuro del prodotto stabilizzato.

Ringraziamenti
Per la preparazione delle sospensioni a nanocalcite sintetizzate appositamente per lo svolgimento di questa ricerca e per le analisi al SEM su campioni tal quali non inglobati in resina, si ringrazia Luca Panariello del Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa.

NOTE

[1] Finanziato dalla Commissione Europea (Programma Horizon 2020 con grant agreement 2017-2018).

[2] R. Cucchietti, *"Lo 'studiolo' a grottesche di palazzo Silvestri Rivaldi a Roma: intervento di restauro pilota sui dipinti murali. Valutazioni sull'efficacia delle sospensioni di nanocalcite per il consolidamento"*, tesi di laurea magistrale, ICR, a.a. 2018-19, Relatori Carla Giovannone, Fabio Aramini, Marco Bartolini, Dora Catalano, Maria Beatrice Coltelli, Lucia Conti, Maria Adelaide Ricciardi, Angelo Raffaele Rubino, Fabio Scala, Giancarlo Sidoti.

[3] Palazzo Silvestri Rivaldi con i suoi spazi esterni, comprensivi originariamente di un ampio sistema di giardini estesi sulla collina della Velia, fa parte di un complesso di quasi un ettaro di superficie situato tra via del Colosseo, via dei Fori Imperiali e via del Tempio della Pace. Il palazzo, attualmente non visitabile ma diventato oggetto del progetto di recupero avviato nel 2018 dal Ministero dei Beni Culturali, nasce a partire dal 1542 per volontà di Eurialo Silvestri da Cingoli segretario personale di papa Paolo III Farnese.

[4] IACTS - Istituto d'Arte e Tecnologia con la facoltà di Scienze della Conservazione dell'Università di Arti Applicate di Vienna (Elisabeth Mascha, Cecilia Pesce, Johannes Weber); INSTM - Consorzio Nazionale Interuniversitario di Scienza e Tecnologia dei Materiali di Firenze (Maria Beatrice Coltelli, Dario Paolucci, Valter Castelvetro, Sabrina Bianchi, Andrea Lazzeri); Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Pisa (Maria Beatrice Coltelli, Luca Panariello, Andrea Lazzeri) con il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa (Dario Paolucci, Valter Castelvetro). Le sospensioni a nanocalcite testate su materiale lapideo vengono presentate per la prima volta ad aprile 2018 sulla rivista internazionale Nanomaterials di MDPI; doi: 10.3390/nano8040254.

[5] Il PCE (poli AA-r-PEGMA=2,5:1) è stato fornito dalla BASF Italia che lo ha reso disponibile su scala pilota.

[6] Un riscontro oggettivo di quanto riportato è stato dimostrato da alcuni studi specifici nati all'interno del progetto Nano-Cathedral. Tali dati non sono stati pubblicati e sono riportati nel documento confidenziale D.3.6 *'Predictive models for the efficacy of consolidants and protective treatments and their durability with respect to different lithotypes and conditions of exposure'*, Luglio 2018.

[7] In aggiunta a quanto riportato in tabella, nella fase preliminare dei tet applicativi per la messa a punto del 'protocollo' del prodotto, avendo ottenuto un riscontro positivo anche dal CCN+PCE applicato puro sui provini di intonaco in un unico ciclo di trattamento, è stato scelto per confronto di testare anche questa modalità.

[8] P.I. Girginova, C. Galacho, R. Veiga, A. Santos Silva, A. Candeias, *"Inorganic nanomaterials for restoration of cultural heritage: synthesis approaches towards nanoconsolidants for stone and wall paintings"*, 2018; doi.org/10.1002/cssc.201801982; R. Giorgi, M. Baglioni, D. Berti, P. Baglioni, *"New methodologies for the conservation of Cultural Heritage: micellar solutions, microemulsions, and hydroxide nanoparticles"*, 2010; doi.org/10.1021/ar900193h.

[9] Il test è stato condotto imbibendo la sabbia calcarea, predisposta in 4 appositi contenitori, con CCN, CCN+PCE, K52 e Nanorestore Plus®. Dopo l'operazione e dopo aver atteso l'idonea tempistica richiesta dal processo di consolidamento di ogni prodotto, dai risultati ottenuti a confronto (valutati pensando l'inerte non consolidato) si è notato un minor poter aggregante del Nanorestore Plus® rispetto agli altri 3 prodotti che hanno mostrato una capacità consolidante apprezzabile e similare dopo un'unica imbibizione.

[10] Il Nanorestore Plus® è stato applicato a 'rifiuto' eseguendo più cicli di trattamento effettuati a distanza di 8 ore (2 ogni 24 ore) e procedendo dopo 15 minuti da ogni trattamento con l'applicazione di acqua deionizzata con micro-vaporizzatore manuale. Il K52 è stato diluito al 5% (1,5% di contenuto solido) in una miscela di acqua demineralizzata e alcol isopropilico 1:1 e applicato in più cicli di trattamento.

[11] Di riferimento Normal N° 43/93; UNI 11432:2011; M. Drdàcky, J. Lesàk, S. Rescic, Z. Slizkova, P. Tiano, J. Valach, *"Standadization of peeling tests for assessing the cohesion and consolidation characteristics of historic stone surfaces"*, 2011; doi10.1617/s11527-011-9778-x.

[12] L'indice di Coesione superficiale corrisponde alla quantità (espressa in g) del materiale asportato dalla superficie al termine del trattamento e si ottiene sottraendo il peso iniziale dello scotch prima del test dal peso dello scotch applicato al termine del trattamento consolidante.
[13] Il Fattore di coesione è in grado di fornire un'idea sullo spessore del materiale trattenuto dallo scotch con un risultato (espresso in mg/cm^2) ottenuto dal rapporto tra la quantità del materiale asportato e l'area del materiale asportato: tanto più elevato risulta il valore acquisito e tanto maggiore è la massa del materiale asportato.
[14] Si rammenta che lo smaltino è un pigmento la cui colorazione dipende dall'aggiunta di composti di cobalto in una componente principale vetrosa a base di silicio stabilizzata dalla presenza in tracce di calcio; P. Santopadre, M. Verità, *"A study of smalt and its conservation problems in Two Sixteenth-Century wall paintings in Rome"* in *"Studies in conservation n°51"*, Taylor & Francis, Abingdon, 2006, pagine 29-40.
[15] A. Zgola-Grzeskowiak, T. Grzeskowiak, J. Zembrzuska, Z. Lukaszewski, *"Comparison of biodegradation of poly (ethylene glicol)s and poly(propylene gliols)"*, 2005; doi10.1016/j.chemosphere.2005.10.056.
[16] Un provino con pellicola pittorica ocra, per metà non trattato e per metà trattato con CCN+PCE, è stato posto per 90 giorni nelle condizioni ambientali di esercizio *in situ* e successivamente posto in incubazione in termostato in condizioni favorevoli allo sviluppo biologico. I risultati ottenuti - valutati con l'osservazione allo steromicroscopio - hanno mostrano una blanda ma omogena colonizzazione di microfunghi, attestata ubiquitariamente sia nell'area non trattata che trattata del provino. Tale sviluppo plausibilmente non è da attribuire al prodotto ma probabilmente ai contaminanti aereodispersi e al materiale di deposito che ha sostenuto lo sviluppo delle ife su tutta la superficie del provino.
[17] A tale proposito si specifica che dopo 8 mesi dalla data di sintetizzazione, rilevando una variazione delle caratteristiche organolettiche del CCN+PCE conservato nell'arco della ricerca nei laboratori ICR, sono state eseguite analisi microbiologiche colturali di tipo qualitativo per un confronto tra CCN e CCN+PCE con tempi di stoccaggio uguali e diversificati al fine di verificare le relazioni tra eventuale sviluppo microbico, presenza dello stabilizzante e tempo di conservazione. I risultati hanno mostrato l'effettiva presenza di un attacco fungino nel CCN+PCE conservato su lunghi tempi di stoccaggio e, a parità di periodo di conservazione, uno scarso sviluppo batterico nel CCN probabilmente correlabile al grado di contaminazione biologica ambientale a cui il prodotto maneggiato nel tempo è andato incontro piuttosto che ad uno sviluppo attivo di microrganismi all'interno del prodotto.
[18] L'individuazione di aree con stato conservativo diverso, oltre a consentire di testare modalità operative applicate a situazioni eterogenee, è risultata funzionale all'impiego delle misure colorimetriche che non potendo essere eseguite sul substrato con gravi difetti di coesione (a causa della mancanza di una superficie adeguatamente piana), differentemente sono state eseguite sull'intonaco con difetti di coesione lievi.
[19] Come prevedibile la funzione 'riempitiva' della nanocalcite è risulta inutile sui distacchi di maggiore entità - rappresentati dai sollevamenti a 'bolla' - su cui è successivamente è risultato idoneo operare con infiltrazioni di premiscelato idraulico Ledan RI.STAT.A.
[20] Tenendo in considerazione che il succeso di tale procedura non può che essere valutato nel tempo, si riporta che durante l'operazione è stato possibile osservare nell'area di infiltrazione della nanocalcite - relativamente alle ridotte porzioni di superficie prive di pellicola pittorica al margine del foro di consoldidamento di profondità - un buon assorbimento della sospensione che riusciva a bagnare dal substrato interno del distacco fino alla superficie. Tale effetto potrebbe risultare indicativo della penetrazione della nanocalcite in tutto lo spessore dello strato.
[21] R. Giorgi, M. Baglioni, L. Bernini, L. Dei, natali, P. Baglioni 2012, *"Nanotecnologie per il restauro"* in S. Siano (a cura di), *"Archeometria e Restauro"*, Nardini Editore Firenze, 2012, pagine 159-160.

BIBLIOGRAFIA

1. Zander Maria Olimpia, *"La casa di Eurialo Silvestri a Roma* in *All'ombra di "sa' gilio a celeri di farnesi"*, in *"Atti della Giornata di studi sul tema Committenze private o "minori" affidate ad Antonio da Sangallo il Giovane e alla sua bottega di architettura"* a cura di Galdieri Eugenio e Luzi Romualdo, Comune di Cellere, 1999.
2. Cremona Alessandro, *"Il Palazzo di Eurialo Silvestri ad Templum Pacis"* in *"Palazzo Silvestri-Rivaldi a Roma –Ricerche di Storia dell'Arte n° 97"*, Carocci Editore, Roma, 2009, pagine 17-34.
3. Baglioni Piero, Giorgi Rodorico, *"Inorganic Nanomaterials for the Consolidation of Wall Paintings and Stones"*, in *"Nanoscience for Conservation of Work of Art"* a cura di Baglioni Piero e Chelazzi David, RSC Publishing, Cambrige, 2013, pagine 345-371.
4. Coltelli Maria Beatrice, Paolucci Dario, Castelvetro Valter, Bianchi Sabrina, Mascha Elisabeth, Panariello Luca, Pesce Cecilia, Weber, Johannes, Lazzeri Andrea, *"Preparazione delle sospensioni ad acqua di Nanocalcite per applicazioni nel settore dei beni culturali"*, 2018*;* doi: 10.3390/nano8040254, pagine 1-27.
5. Paolucci Dario, *"Dispersioni acquose di carbonato di calcio e nano-particelle: studio di metodologie sintetiche"*, tesi di laurea, Università di Pisa Dipartimento di Chimica Industriale, a.a. 2015-2016, Relatore Valter Castelvetro, pagine 12-86.

LE VERNICI STORICHE DI STRUMENTI MUSICALI: UN PERCORSO DI RICERCA, PRODUZIONE, DIAGNOSTICA E FORMAZIONE

Claudio Canevari*, Marco Malagodi, Curzio Merlo***, Michela Albano****, Claudia Invernizzi****, Tommaso Rovetta****, Giacomo Fiocco******

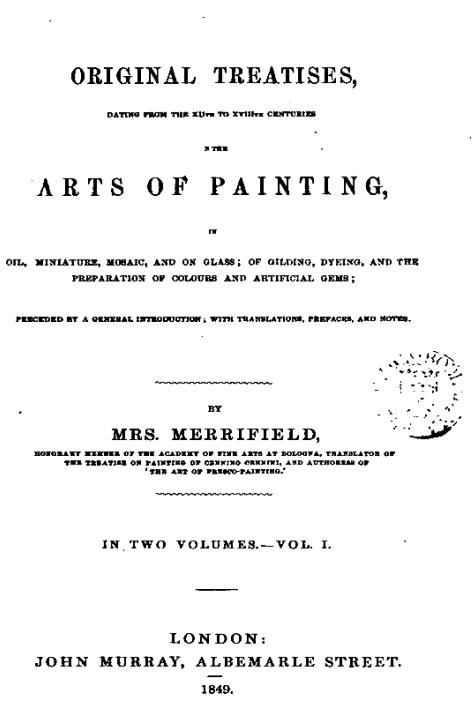
* Docente, Dipartimento di Musicologia e Beni Culturali, Università di Pavia, Corso Garibaldi 178, 26100, Cremona, +39 3335654751, claudio.canevari@unipv.it
** Professore associato, Dipartimento di Musicologia e Beni Culturali, Università di Pavia, Corso Garibaldi 178, 26100, Cremona, +39 3496445217, marco.malagodi@unipv.it
*** Chimico, Laboratorio di Diagnostica applicata ai Beni Culturali, Scuola di Restauro Cr.Forma, C.so Matteotti 17, 26100 Cremona, +39 3385037271, curziomerlorest@crforma.eu; Laboratorio Arvedi di Diagnostica non Invasiva, CISRiC, Università di Pavia, via Bell'Aspa, 3 26100 Cremona, curzio.merlo@unipv.it
****Ricercatore, Laboratorio Arvedi di Diagnostica non Invasiva, Università di Pavia, Via Bell'Aspa 3, 26100 Cremona, 0372 567770, michela.albano@unipv.it, claudia.invernizzi@unipv.it, tommaso.rovetta@unipv.it, giacomo.fiocco@unipv.it

Abstract

Le vernici storiche utilizzate in liuteria e, in generale, nell'ambito della costruzione di strumenti musicali non differivano sostanzialmente da quelle impiegate nel contesto ben più ampio di altre attività artistiche ed artigianali. La ricerca e l'interpretazione delle fonti testuali storiche di carattere tecnico (ricettari, manuali, trattati sulle tecniche artistiche scritti tra il XV e XVIII secolo) e gli approfondimenti analitici recentemente condotti su manufatti e strumenti musicali antichi confermano che la medesima vernice poteva essere stesa su differenti tipologie di manufatto. La vernice identificata come *"Item vernice di mastico, optima per liuti, quoio, dipinture di tavola et di tela, per lavori di legname et cartoni"* [Segreti d'arti diverse, Biblioteca Nazionale Marciana, MS. It. III, 10 [=5003], ff. 195r-195v] ne è un esempio; vernici con una composizione analoga a quella citata, contenenti una resina diterpenica (probabilmente colofonia) e una triterpenica (probabilmente mastice) e olio di lino, sono state identificate analizzando campioni prelevati da liuti della metà del XVI secolo. La ricostruzione sperimentale dei procedimenti storici per la realizzazione degli strati preparatori e delle vernici impiegate nella liuteria storica è un complemento necessario e preliminare alle ricerche sui manufatti originali. Permette, infatti, di acquisire informazioni dirette sulle caratteristiche delle materie prime di origine naturale che venivano impiegate e sono ancor'oggi spesso utilizzate (resine, oli siccativi, solventi organici ottenuti per distillazione). L'osservazione del comportamento di tali sostanze nel corso delle fasi di produzione e la preparazione e lo studio di provini che riproducono l'intera stratigrafia consentono di valutare qualitativamente e quantitativamente alcune proprietà chimico-fisiche e meccaniche delle finiture e di realizzare confronti con i dati ottenuti dalle indagini scientifiche; i provini sono caratterizzati non solo dalla presenza delle stesure finali di vernice ma anche dall'applicazione di trattamenti preparatori di variegata complessità: strati di sostanze filmogene con o senza cariche minerali, trattamenti preliminari del legno, colorazioni con pigmenti e coloranti naturali. Le attività descritte si sono svolte negli anni 2018-2019 nell'ambito del piano di formazione del "Distretto Culturale della Liuteria di Cremona" **[1]**, soggetto committente e finanziatore del Progetto in collaborazione con il Comune di Cremona. Ai liutai, costruttori e restauratori di strumenti musicali, è stata proposta la riproduzione della ricetta del XVI secolo precedentemente citata, che descrive la preparazione di una vernice a base di olio di lino (*olio di linseme*), colofonia (*pece grecha*) e mastice, con l'aggiunta di *una noce di allume di roccha arso, pesto*. Si tratta probabilmente del testo più antico nel quale si fa esplicito riferimento all'utilizzo di una vernice su uno strumento musicale. Tutte le fasi di studio e preparazione hanno coinvolto i liutai cremonesi (circa sessanta) che hanno potuto seguire nei laboratori le diverse fasi di produzione e comprendere i principali meccanismi chimico fisici che sono alla base della preparazione della vernice. Alcune aliquote di vernice sono state prelevate durante i differenti passaggi di produzione ed analizzati con spettrofotometro portatile FTIR in modalità ATR (Riflessione Totale Attenuata). La vernice è stata infine stesa su provini di acero (*Acer pseudoplatanus*). La stesura finale è stata poi indagata con FTIR in riflessione. I provini verniciati sono serviti per valutare le proprietà tecniche ed estetiche della vernice e per effettuare una serie di test di caratterizzazione delle proprietà fisiche e meccaniche: durezza, resistenza all'abrasione, adesione al supporto, elasticità/plasticità. I test proposti e provati in laboratorio risultano facilmente realizzabili dai liutai direttamente in bottega e possono essere impiegati per caratterizzare in autonomia ed in modo riproducibile alcune proprietà - anche reologiche - delle vernici preparate.

Introduzione

I ricettari e i manuali di carattere tecnico-artistico erano ancora in voga quando furono pubblicati due testi tuttora considerati fondamentali: quello di Charles Locke Eastlake sulla tecnica e i materiali della pittura a olio (Eastlake, 1847) e la imponente raccolta di antichi trattati e manuali (Fig. 1) di Mary Philadelphia Merrifield (Merrifield, 1849). Entrambi i lavori si basano sul tentativo di comprendere le ragioni alla base dello sviluppo delle tecniche pittoriche conseguenti alla diffusione della pittura a olio. Interessante è il caso di un altro importante testo di carattere tecnico-artistico, il trattato manoscritto noto come S*chedula diversarum artium* o *De diversis artibus* di Teophilus Presbyter (Europa centrale, XII secolo), che contiene un cospicuo volume di informazioni riguardanti gli aspetti tecnologici delle arti nel tardo medioevo, e nel quale è possibile trovare una delle descrizioni più antiche ed attendibili di uno dei processi impiegati per la preparazione della *vernice liquida*, ovvero una vernice oleoresinosa composta di olio e sandracca (Fig. 2). Nonostante la *Schedula* risulti essere pressoché sconosciuta nel Rinascimento e nei secoli successivi, nel 1774 Lessing pubblicò un saggio sulla pittura a olio (Lessing, 1774) contenente estratti di tale trattato. Fortunatamente, copie integrali o parziali del trattato sono state conservate silenziosamente in numerosi manoscritti nelle biblioteche di tutta Europa fino al 1774 quando Gotthold Ephraim Lessing, filosofo e letterato, ne scoprì un esemplare conservato nella biblioteca di Wolfenbüttel del duca Augusto, presso la quale era bibliotecario.



ORIGINAL TREATISES,

DATING FROM THE XIIth TO XVIIIth CENTURIES

ON THE

ARTS OF PAINTING,

IN

OIL, MINIATURE, MOSAIC, AND ON GLASS; OF GILDING, DYEING, AND THE PREPARATION OF COLOURS AND ARTIFICIAL GEMS;

PRECEDED BY A GENERAL INTRODUCTION; WITH TRANSLATIONS, PREFACES, AND NOTES.

BY

MRS. MERRIFIELD,

HONORARY MEMBER OF THE ACADEMY OF FINE ARTS AT BOLOGNA, TRANSLATOR OF THE TREATISE ON PAINTING OF CENNINO CENNINI, AND AUTHORESS OF 'THE ART OF FRESCO-PAINTING.'

IN TWO VOLUMES.—VOL. I.

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1849.

Figura 1. Margaret P. Merrifield, Original Treatises dating from the XIIth to the XVIII centuries on the Art of Painting, London, Murray, 1849.

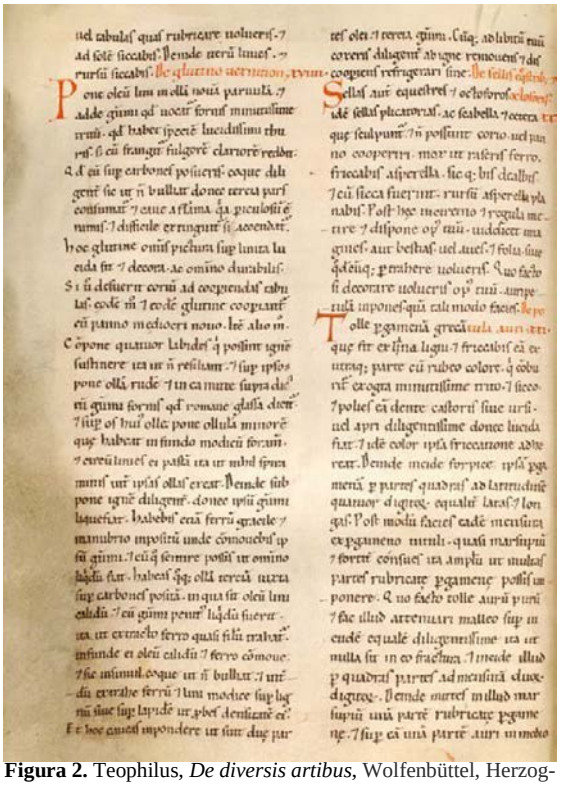


Figura 2. Teophilus, *De diversis artibus*, Wolfenbüttel, Herzog-August Bibliothek cod. Guelph Gudianus lat. 2°69, ff 86r-115r, cap. XXI, *de glutine vernation.*

Lo studio delle fonti tecniche primarie, la ricostruzione dei procedimenti e l'identificazione dei materiali utilizzati sono considerati oggi di fondamentale importanza per comprendere le tecniche del passato, sia in ambito artistico che nelle arti applicate. Negli ultimi due decenni, un grande passo in avanti nella ricerca è stato reso possibile grazie anche alla sempre maggiore disponibilità di materiale bibliografico, in gran parte consultabile negli archivi digitali delle più importanti biblioteche del mondo. La possibilità di realizzare ricostruzioni sperimentali delle ricette ha sempre suscitato la curiosità degli studiosi; la stessa Merrifield accenna a risultati di esperimenti su ricette contenute in alcuni dei trattati trascritti e pubblicati. L'interesse suscitato dalle vernici utilizzate nel settore della liuteria, alle quali si è spesso voluto attribuire il merito delle buone proprietà acustiche di uno strumento musicale oltre che dell'aspetto estetico è di antica data e, nel corso della storia, è stato dettato da motivi vari e disparati.

Agli inizi del XVI secolo, è noto il carteggio tra Alfonso I d'Este, duca di Ferrara, e il suo agente a Venezia Jacopo Tibaldi. In tale documento, Alfonso chiede a Tibaldi di procurargli un campione della rinomatissima vernice utilizzata dal celebre liutaio Sigismund Maler. Dopo una breve trattativa, Maler dona ad Alfonso una ampolletta

di vernice, specificando però di non essere lui a produrla ma i suoi garzoni di bottega. Il carteggio, conservato nell'Archivio di Stato di Ferrara, è riportato da Luigi Francesco Valdrighi (Valdrighi, 1884):
"D. XX genn. An. 1526. Venetiis
Il magnifico Sigismundo Maler Thedescho m'ha promesso far, Luni proximo, havere in scripto come se fa la vernice et come l'adopri nelli sua liuti, secondo l'Ex.tia V.tra me scrive desiderare d'havere. Epso maestro m'ha dicto c'ha dua sorte di vernice, et che li suoi gargioni le fano et non epso; po m'ha dicto darmi, Luni, recepte.
Ser. fid.mo Jac. de li Tibaldi".
Non è stata finora trovata traccia di ricette di vernici specifiche per strumenti musicali fino alla seconda metà del XVI secolo inoltrato, tanto da poter concludere che non ci siano sostanziali differenze con la composizione di altri tipi di vernici e, come affermerà più tardi Jean Felix Watin, il vero discrimine oltre all'apparenza delle superfici verniciate poteva essere la resistenza all'usura, dal momento che uno strumento musicale è un oggetto che viene maneggiato in continuazione (Watin, 1777): "*Un instrument fait pour être souvent manié, exige un Vernis dur*".
Anche nei secoli successivi il numero di ricette di vernici con indicazioni per un loro uso su strumenti musicali rimane assai limitato nel panorama generale costituito da quelle impiegate nella finitura di manufatti o a protezione di opere policrome. Altresì, ancora più scarne sono le informazioni riguardanti i trattamenti preliminari alla verniciatura di strumenti musicali e le loro modalità di stesura. Particolarmente prolifiche, per quanto riguarda le ricette di vernici utilizzate in liuteria, sono le fonti in lingua tedesca, come testimonia l'importante lavoro di ricerca e trascrizione, pubblicato da un gruppo di studiosi del Germanisches Nationalmuseum di Norimberga nel 1999, che considera quelle prodotte nell'ampio periodo di tempo che va dai primi anni del XVII secolo a tutto il XIX (Fontana et al., 1999).
Al contrario, poco o nulla è pervenuto fino a noi, in termini di fonti testuali, sulle vernici per strumenti musicali utilizzate nel Nord Italia tra XVII e XVIII secolo, nel cosiddetto periodo d'oro della liuteria italiana. Il precoce successo commerciale degli strumenti italiani di scuola cremonese ha alimentato una ampia fioritura di leggende, falsi ed operazioni spericolate per accreditare una o l'altra ricetta come autenticamente cremonese, quando non addirittura tramandata (o trafugata) dalle botteghe liutarie. Altrettanto curiosa è la fioritura di pamphlet, tra XIX e XX secolo, nei quali si pretende, spesso senza sostanziali basi scientifiche e sulla base di illazioni, di spiegare quale fosse il "vero" segreto della vernice cremonese.
In tempi recenti, l'utilizzo di indagini scientifiche e la condivisione dei risultati stanno mutando radicalmente lo stato delle conoscenze in questo settore. La possibilità di ricorrere a ricostruzioni sperimentali di ricette antiche condotte su solide basi scientifiche, storiche e tecnologiche, fornisce un importante contributo e consente confronti tra i materiali originali e un'ampia gamma di repliche di quelli descritti nei trattati e nei ricettari.



Figura 3. Apparecchio per la preparazione di vernici oleoresinose; Filippo Maria Scarlatti, *Ricette e segreti diversi*, 1754, Archives and Manuscripts MS. 4383, p.283, Wellcome Library, London.

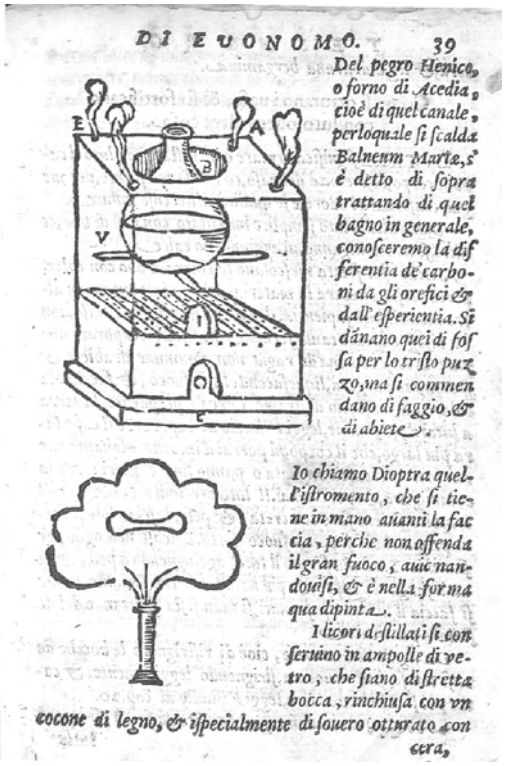
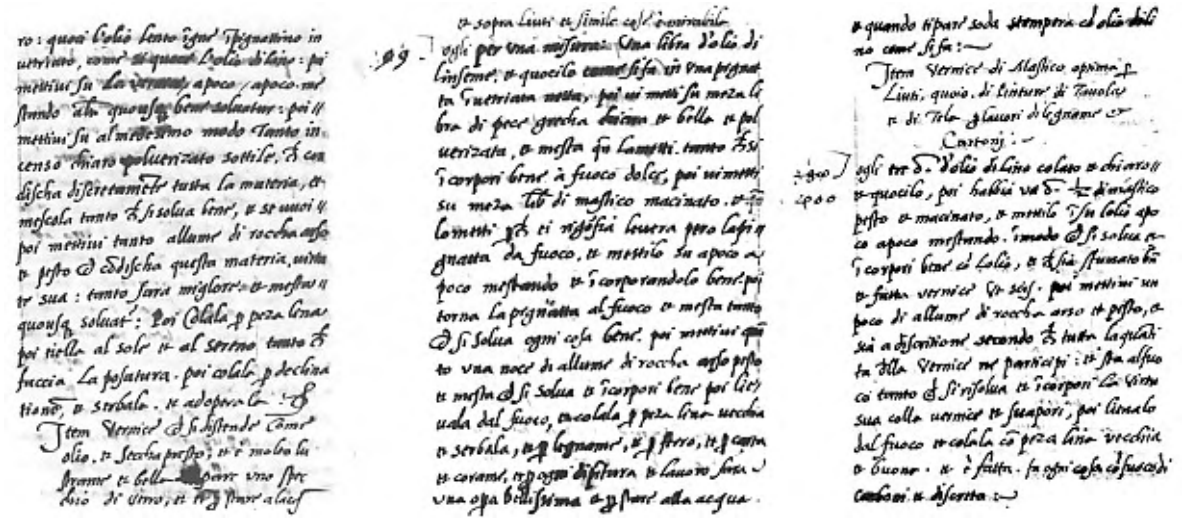


Figura 4. Spaccato di una fornace e visiera protettiva; Konrad Gesner, *Thesauro di Euonomo Filatro de remedi secreti*, Venezia, 1588.

Lo studio sperimentale delle ricette antiche prevede un approccio complesso e multidisciplinare. La lettura e l'interpretazione dei testi non è sempre immediata e rende necessarie, oltre ad alcune nozioni basilari di paleografia, conoscenze approfondite sui materiali, compreso la loro origine e la loro disponibilità nel contesto tecnico, economico e sociale al quale si fa riferimento; altrettanto fondamentale è la possibilità di seguire e monitorare i processi di produzione con tecniche di analisi chimico-fisica. Il tipo di informazioni che è possibile ottenere dai testi originali è molto vario: si va da ricette descritte in modo molto approfondito e rigoroso a indicazioni assai scarne e sintetiche, di difficile riproducibilità, destinate ad addetti ai lavori. Non è infrequente incontrare ricette di difficile interpretazione, ma anche altre nelle quali si legge di ingredienti apparentemente incongrui, come ossa di animali **[2]**, le quali possono in realtà essere spiegate e giustificate alla luce delle attuali conoscenze chimiche. Particolarmente interessanti, quando presenti, sono le indicazioni per il controllo delle condizioni operative dei vari processi descritti nelle ricette: ad esempio, in assenza di strumenti di misura efficaci, il controllo della temperatura, o dello stato di avanzamento della preparazione veniva attuato attraverso l'osservazione di alcuni aspetti caratteristici (ad esempio, l'incremento di viscosità di una vernice oleoresinosa all'approssimarsi della conclusione della cottura di olio e resine) o con curiosi stratagemmi empirici, rimasti in uso fino agli inizi del XX secolo, come l'aggiunta di pane o cipolle, il cui aspetto durante la cottura era indicativo del livello di temperatura raggiunta. A volte le ricette contengono anche indicazioni sul materiale tecnico da utilizzare (recipienti, fornelli ed altro). In alcuni casi vengono descritti apparecchi ideati appositamente per effettuare particolari preparazioni, anche attraverso schemi o disegni (Fig. 3). Informazioni di carattere più generale sulle operazioni tecnico-pratiche da svolgere durante la preparazione possono essere desunte dai numerosi testi che descrivono la struttura, le attrezzature e le operazioni che si svolgono nei laboratori alchemici o in quelli degli speziali, in particolare quelli pubblicati dopo l'invenzione della stampa, spesso ricchi di illustrazioni. Lo studio di questi testi (Fig. 4) fornisce anche informazioni su quali operazioni e processi fosse realmente possibile realizzare in un laboratorio antico in base alle conoscenze tecnologiche e quali fossero le informazioni disponibili sui materiali impiegati nella preparazione di vernici. In tale contesto, altrettanto importanti sono i testi di carattere farmaceutico, medico e botanico e, non ultimi, gli inventari di botteghe come, ad esempio, quelle dei *vendecolori* veneziani che rifornivano artisti ed artigiani.

Ricostruzione sperimentale della ricetta: ***399 - Item vernice che si distende come olio, et seccha presto ed è molto lustrante et bella [che] pare uno specchio di vetro, et etiam per stare a l'acqua, et sopra liuti e simili cose è cosa mirabile,*** **Segreti d'arti diverse, Biblioteca Nazionale Marciana, MS. It. III, 10 [=5003], ff. 195r-195v-196r]**



Il manoscritto It. III, 10 della Biblioteca Nazionale Marciana è noto da molto tempo per essere stato parzialmente trascritto e pubblicato già nella raccolta di Mary P. Merrifield; nel 2010 è stata pubblicata una edizione integrale del manoscritto. Esso è sicuramente una delle fonti più note e studiate; risale probabilmente agli ultimi decenni del XVI secolo e la sua origine è da collocare in Italia meridionale, e più specificamente nel Regno di Napoli. Comprende oltre 400 ricette numerate progressivamente; una gran parte delle ricette (1-213) è dedicata a preparazioni di carattere medico-farmacologico e per la preparazione di profumi e saponi, mentre dalla ricetta 214 in poi, sporadicamente intercalate da alcune ricette culinarie e cosmetiche, si trovano ricette di carattere tecnico ed artistico, che descrivono la preparazione di paste modellabili per elementi decorativi, tinture per vari materiali (legno, osso ecc.), inchiostri e colori, materiali per doratura (mordenti ed assise), colle e stucchi. Le ricette dalla 304 alla 406 sono ricette di vernici di varia natura. Il manoscritto della Biblioteca Marciana è tra le prime fonti a riportare ricette di vernici a solvente. Le ricette 399 e 400 sono invece le prime a contenere indicazioni specifiche

per un loro utilizzo su strumenti musicali, in particolare liuti. Si tratta, in entrambi i casi, di vernici oleoresinose a base di olio di lino; la composizione e le proporzioni tra gli ingredienti sono differenti. La 399 è composta dal 50% di olio di lino, mentre la componente resinosa è costituita dal 25% di colofonia, indicata come *pece grecha*, e dal 25% di mastice; la 400 è costituita dal 66.6% di olio di lino e dal 33.3% di solo mastice. In entrambe compare, come ingrediente ausiliario, una piccola quantità non meglio definita (*quanto una noce*) di allume *arso e pesto*, cioè calcinato e ridotto in polvere. L'aggiunta di allume arso e pesto è indicata in altre sei ricette di vernici oleoresinose del manoscritto. Dovendo decidere quale ricetta scegliere per una ricostruzione storicamente corretta e uno studio approfondito sia del procedimento di preparazione sia dei risultati, si è optato per la vernice a base di olio di lino, mastice e colofonia, che presenta caratteristiche composizionali simili a quelle identificate nella finitura superficiale di un liuto di Laux Maler (Bologna, 1552) conservato al Musée de la Musique di Parigi (Echard et al., 2007). Il testo della ricetta, in italiano antico, è assolutamente comprensibile e descrive minutamente la preparazione. Inoltre, gli ingredienti sono chiaramente identificabili:

"*Togli, per una misura, una libra d'olio di linseme; et quocilo, come si fa, in una pignatta invetriata netta. Poi vi mette su meza libra di pece grecha, chiara et bella et polverizata; et mesta quando la metti, tanto che si incorpori bene a fuoco dolce. Poi vi metti su meza libra di mastice macinato, et quando lo metti, poiché ei rigonfia, levera' però la pignatta da fuoco; et mettilo su a poco a poco, mestandolo et incorporandolo bene. Poi torna la pignatta al fuoco et mesta tanto che si solva ogni cosa bene. Poi mettivi quanto una noce di allume di roccha arso e pesto, che si solva et incorpori bene. Poi levala dal fuoco et colala per peza lina vecchia, et serbala. Et per legname et per ferro et per carta et per corame, et per ogni dipintura et lavoro, farà una opera bellissima; et per stare all'acqua. Et quando ti pare soda stempera con olio di lino, come si fa.*"

Per la ricostruzione sperimentale della ricetta sono state utilizzate quantità inferiori a quelle indicate nell'originale, rispettando le proporzioni, indicate in peso. Per ottenere circa 200 g di prodotto finale, sono stati utilizzati: 100 g di olio di lino crudo (*Leinöl natur kaltgeschlagen, Kremer 73054*), 50 g di colofonia chiara (*Colofonia Portoghese WW, Andrea Gallo di Luigi SRL)* e 50 g di mastice (*The Chios Gum Mastic, Growers Association*), 5 g di allume, $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ (*Alluminio Potassio Solfato dodecaidrato, Carlo Erba Reagents*). Prima, durante e dopo la conclusione della preparazione sono state prelevate aliquote delle materie prime e del prodotto in varie fasi di avanzamento, per sottoporle ad analisi.

L'olio di lino è stato posto in un becker da 500 cm^3 su una piastra riscaldante dotata di un termostato con sonda a immersione e portato lentamente alla temperatura di circa 270 °C. Il testo non fornisce alcuna indicazione su come valutare la temperatura e durata del riscaldamento dell'olio, limitandosi a utilizzare l'espressione *come si fa* (altrove, l'estensore della ricetta utilizza la frase latina *ut scis* per indicare lo stesso concetto). La padronanza dei metodi di controllo delle condizioni operative rientra necessariamente nel bagaglio di esperienze dell'operatore che si accingeva a svolgere attività di questo tipo; certe indicazioni venivano semplicemente date per scontate. Tuttavia, è possibile ricavare indirettamente queste informazioni da altre fonti. Ad esempio, uno dei metodi per controllare la temperatura di cottura di un olio siccativo o di una vernice oleoresinosa più frequentemente descritti nei testi antichi del periodo che va dal XV fino alla fine del XVIII secolo **[3]**, consiste nell'immergere una penna nel liquido in cottura: se le barbe della penna si accartocciano istantaneamente (la penna "brucia", come affermavano gli antichi), si è raggiunta la temperatura ottimale; altrimenti, se la temperatura è troppo bassa, la penna viene estratta solamente sporca. L'alterazione subita dalla penna è una conseguenza della denaturazione termica della cheratina, che ha luogo in tempi così brevi solo a temperature superiori ai 250 °C (Takahashi et al., 2004). Sperimentalmente, il fenomeno della "bruciatura" della penna si osserva a partire da un ambito abbastanza ristretto di valori di temperatura oltre i 250 °C. Raggiunta la temperatura, l'olio è stato cotto per 2 ore, poi riportato lentamente a circa 200 °C per procedere all'aggiunta delle resine. Nella procedura sperimentale adottata nella riproduzione della vernice, la colofonia, grossolanamente macinata, è stata aggiunta all'olio gradualmente, per non provocare un eccessivo abbassamento di temperatura e permettere alla resina di incorporarsi completamente nella miscela; successivamente è stato aggiunto il mastice. Come è indicato nella ricetta originale, al contatto con l'olio ad alta temperatura il mastice forma abbondante schiuma, dovuta all'evaporazione delle componenti volatili che la resina contiene, specialmente se raccolta recentemente; a questo problema si può ovviare introducendo il mastice lentamente, in piccole quantità. L'estensore della ricetta suggerisce di togliere dal fuoco il recipiente nel quale viene effettuata la preparazione, per evitare che la schiuma trabocchi (va ricordato che l'unica fonte di calore disponibile per operazioni di questo tipo erano fornelli a fiamma libera alimentati a carbone di legna): lavorando a temperature così elevate, infatti, il rischio che la miscela di olio e resine prendesse fuoco era molto elevato **[4]**. Incorporate le resine, è stata aggiunta una piccola aliquota di allume, preventivamente calcinato in un crogiolo di ceramica e macinato. La calcinazione è necessaria per eliminare l'acqua presente nel reticolo cristallino dell'allume, che altrimenti verrebbe rilasciata rapidamente al contatto con la miscela in cottura, con prevedibili inconvenienti. L'allume non si scioglie del tutto, come invece afferma l'estensore della ricetta: tuttavia, una piccola quantità di Al^{3+} passa probabilmente nella miscela, incrementando il potere siccativo dell'olio di lino (van den Bergh, 2002). Dopo l'aggiunta delle resine e dell'allume la miscela è stata riportata alla temperatura di 270 °C e mantenuta in cottura, osservando l'andamento della sua viscosità. Come per il controllo della temperatura, anche lo stato di avanzamento veniva valutato indirettamente e l'esame della viscosità è descritto in numerosissime fonti,

che illustrano vari metodi per una sua valutazione empirica: dall'esame di come una goccia prelevata dalla miscela in cottura e lasciata raffreddare può formare un filo più o meno lungo quando viene "tirata" tra due dita, all'osservazione della consistenza di un velo di vernice steso su una superficie piana **[5]**. Raggiunto un livello di viscosità ritenuto sufficiente sulla base delle indicazioni precedenti, la vernice ormai pronta è stata lasciata raffreddare. In seguito, è stata travasata e l'eccesso di allume, depositatisi sul fondo, rimosso per decantazione. La ricetta suggerisce di filtrare la vernice utilizzando una *peza lina vecchia*, ossia una pezza di tela di lino lavata più volte, che non sia più in grado di rilasciare fibre di filato. In alternativa, oggi può essere utilizzato un filtro a rete a maglie molto fitte (50-100 μm). Di norma, una vernice con queste caratteristiche viene riposta in un contenitore ermeticamente chiuso e lasciata a riposo per un tempo variabile di almeno un mese per consentire alle impurità più fini di depositarsi al fondo, poi eliminate in un secondo tempo. Al termine del processo è caratterizzata da una notevole viscosità e senza alcuna diluizione, può essere stesa sulla superficie opportunamente preparata utilizzando le dita o il palmo della mano, come già suggeriva il Libro dell'Arte di Cennino Cennini; l'estensore della ricetta non suggerisce l'utilizzo di solventi organici come essenza di trementina o altro (a quel tempo, probabilmente ancora costosi o rari); se la vernice è troppo viscosa, la si può diluire aggiungendo olio di lino.

Caratterizzazione chimica delle materie prime, intermedi di reazione e della vernice

L'olio di lino, la colofonia e la resina mastice sono stati analizzati con spettrofotometro FTIR portatile in modalità ATR su cristallo in diamante per verificare il loro grado di purezza, individuare i picchi caratteristici ed evidenziare alcune trasformazioni in fase di cottura e polimerizzazione finale. Sulle resine si è anche proceduto alla determinazione del numero di acidità mediante titolazione volumetrica acido – base **[6]**. Il numero di acidità della colofonia è risultato essere pari a 165 unità mentre quello della resina mastice a 65 unità. Dunque, la colofonia risulta essere significativamente più acida della resina mastice. Campioni di olio di lino sono stati analizzati prima e durante il riscaldamento alle temperature rispettivamente di 25 °C, 200 °C, 230 °C e 270 °C. Raggiunta e stabilizzata la temperatura massima di cottura (270 °C) e trascorsi 70 minuti a tale temperatura costante, un'aliquota di olio è stata sottoposta nuovamente ad analisi. L'interpretazione degli spettri FTIR evidenzia che le variazioni più significative dell'olio di lino si verificano, in fase di riscaldamento, a partire da 270 °C e si intensificano mantenendo costante nel tempo la temperatura di cottura. In particolare, la banda a 967 cm^{-1}, che caratterizza i due spettri dell'olio portato a 270 °C e alla stessa temperatura dopo 70 minuti (Fig. 5), è attribuibile a meccanismi di riarrangiamento intramolecolari con conseguente formazione di strutture *trans* olefiniche (isomerizzazione cis-trans) non evidenti a temperature inferiori. Inoltre, va ricordato che anche processi di idrolisi e ciclizzazione possono essere attivati per riscaldamento di acidi grassi insaturi (van den Berg, 2002). La fase intermedia che contiene olio cotto + colofonia nel rapporto 2:1 è stata caratterizzata sempre in modalità ATR: nello spettro prevalgono i segnali caratteristici dell'olio (componente in eccesso), si osserva lo shift del C=O (estere, stretching) da 1744 a 1732 cm^{-1} (1690 cm^{-1} nella colofonia), la netta riduzione del picco a 3010 cm^{-1} e la scomparsa del picco a 1652 cm^{-1} corrispondenti al doppio legame C=C ed un generale riposizionamento dei picchi nella regione del legame C-O (estere). (Fig. 6).

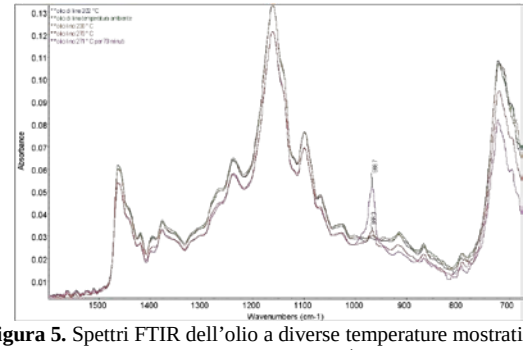


Figura 5. Spettri FTIR dell'olio a diverse temperature mostrati nel range 1500-700 cm^{-1}.

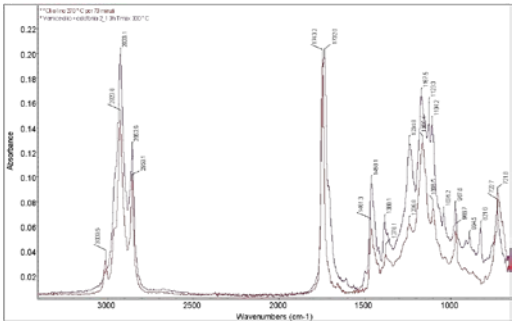


Figura 6. Spettri FTIR dell'olio di cotto e dopo l'aggiunta di colofonia (2:1) a t_{max} 300 °C (180 minuti).

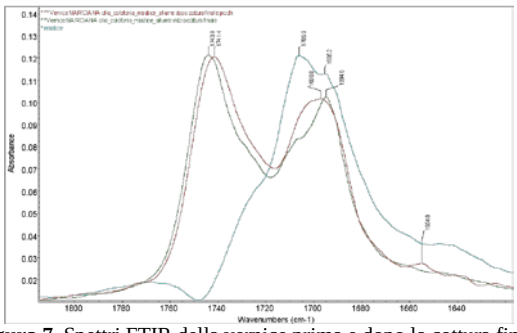


Figura 7. Spettri FTIR della vernice prima e dopo la cottura finale mostrati nel range 1800-1620 cm^{-1}.

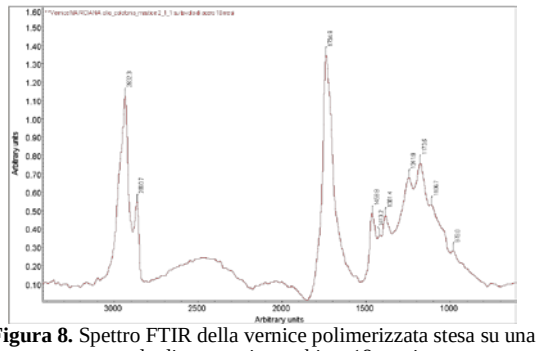


Figura 8. Spettro FTIR della vernice polimerizzata stesa su una tavola di acero e invecchiata 18 mesi.

Dopo l'aggiunta della resina mastice e dell'allume gli spettri FTIR prima e dopo la cottura finale sono sostanzialmente sovrapponibili e si caratterizzano per la presenza del picco particolarmente intenso a 1695 cm^{-1} C=O, riconducibile all'aggiunta della resina mastice. Dopo la cottura, in particolare, si osservano lo shift dei picchi 1744 →1741, 1695 → 1697 cm^{-1} e la comparsa dei picchi di debole intensità a 3007 e 1655 cm^{-1}, zona del doppio legame C=C (Fig. 7). La vernice così preparata è stata dunque stesa a mano direttamente su di una tavola di legno d'acero (essenza utilizzata per il fondo degli strumenti musicali ad arco). Trascorsi 18 mesi dalla stesura e senza aver sottoposto il campione ad alcun invecchiamento artificiale, la vernice è stata analizzata con spettrofotometro FTIR in riflessione. Lo spettro acquisito mostra i segnali caratteristici delle vernici oleoresinose (Fig. 8) e rispetto alla vernice dopo la cottura finale, si manifesta lo shift del C=O 1741 → 1735 cm^{-1} e dei C-H stretching 2923 → 2932, 2853 → 2861 cm^{-1}, nonché la scomparsa dei picchi a 1697 e 967 cm^{-1} (Fig. 8).

Test sulla vernice polimerizzata

La vernice prodotta, una volta pronta all'uso, è stata sottoposta a vari test per determinare alcune proprietà e caratteristiche tecnologiche, tra cui: la durezza, la resistenza alle sollecitazioni meccaniche e l'aderenza al supporto. Al fine di simulare la superficie dello strumento, la vernice è stata applicata su tavolette costituite da uno strato di 4 mm di acero (*Acer pseudoplatanus, Riwood, Desio*) di taglio radiale, montato su un supporto di multistrato di betulla di spessore pari a 9 mm che ne garantisce la planarità impedendo deformazioni. La superficie dell'acero è stata levigata a rasiera e con carta abrasiva. Alcuni dei campioni così preparati sono stati lasciati tal quali, altri sono stati sottoposti a vari trattamenti preliminari, in particolare a isolamento della superficie con colletta e imprimiture con cariche minerali: gesso (*calcio solfato biidrato, Carlo Erba Reagents*), carbonato di calcio (*Calcio Carbonato extra leggero puro, Bresciani*), caolino (*Kaolin gelblich, Kremer 58250*). Sulle superfici preparate sono state stese, con un tirafilm da 15 micrometri nominali, due mani di vernice senza alcuna diluizione; tra una mano e l'altra le tavolette sono state sottoposte a radiazione UV-A con una intensità di circa 50 W/m^2 per 24 ore, per ottenere un buon livello di polimerizzazione della vernice. Le tavolette sono poi state lasciate a riposo per una settimana. Sulla superficie sono stati effettuati alcuni test (Koleske, 2012) per valutare la durezza/resistenza (sward pendulum ISO1522/ASTM D4366 e pencil test ISO15184) e per la resistenza/adesione al supporto (cross-etching o test Siemens-Halske DIN53151). Particolarmente significativi sono stati i risultati del pencil test (la vernice viene incisa da una mina da matita in impasto di grafite di durezza compresa tra 2B e 3B, secondo il tipo di trattamento preliminare) e i test di cross-etching, nei quali la vernice, incisa fino al supporto con un apposito utensile e variamente sollecitata, manifesta una perfetta aderenza al supporto e trascurabile fragilità.

Conclusione

Il processo sperimentale adottato in questo lavoro ha permesso di studiare approfonditamente una vernice storica adatta all'applicazione su strumenti musicali. La procedura ha visto diverse fasi: la ricerca storiografica, l'interpretazione della procedura di preparazione, la selezione degli ingredienti, la preparazione, l'analisi diagnostica dei materiali sia in corso di lavorazione che a seguito dell'applicazione su materiali idonei. Inoltre, sono state valutate alcune caratteristiche tecnologiche del prodotto finito, che sono state in grado di confermare le qualità della vernice già enunciate nel trattato storico. Il processo è stato interamente condiviso con esperti e liutai professionisti per condividere le procedure e i risultati. Questo lavoro suggerisce dunque per la prima volta un metodo per la riqualificazione, la validazione e la diffusione di informazioni storiche con dirette ricadute pratiche nell'ambito dell'artigianato liutario.

NOTE

[1] Il "Distretto della liuteria di Cremona" è un sistema costituito da svariati attori, nato per condurre studi di alto livello e tutelare la liuteria cremonese, patrimonio immateriale dell'umanità dal 2012. Per farlo, ogni anno il Distretto organizza momenti di perfezionamento in cui i laboratori scientifici dell'Università di Pavia e del Politecnico di Milano condividono con i liutai i risultati delle indagini condotte su suono e materia; obiettivo: permettere ai maestri liutai di avvicinare strumenti antichi con occhi sempre nuovi, affinché siano fonte di ispirazioni tecniche e suggestioni empatiche. Si tratta di attività di grande valore, come riconosciuto anche da Unesco, Mibact e Regione Lombardia che sostengono i lavori e tracciano linee di indirizzo, come per quelli che a partire da quest'anno saranno specificatamente dedicati al piano di salvaguardia del saper fare liutario.
Partner del Distretto della Liuteria sono: Comune di Cremona, Scuola Internazionale di Liuteria, Conservatorio Claudio Monteverdi, Fondazione Museo del Violino, Azienda di formazione professionale Cr.Forma, Dipartimento di Musicologia e beni culturali dell'Università di Pavia, Politecnico di Milano.
Le attività si svolgono col supporto di: MiBACT, Regione Lombardia - Archivio di Etnografia e Storia Sociale, Fondazione Cariplo, Fondazione Arvedi - Buschini, Fondazione Bracco, Federlegnoarredo.

[2] Ad esempio, la seguente ricetta di vernice per liuti (Kunckel, 1707): *"Vernice per liuti / Prendi 3 libbre di olio di lino, 1 libbra di litargirio, una di ambra, 8 once di teschio di pecora calcinato, 4 once di guscio d'uovo, 2 once di gesso calcinato."* Si può pensare che l'aggiunta di ossa e gusci d'uovo fornisca calcio, elemento che svolge un ruolo ausiliario nella polimerizzazione della vernice (van den Bergh, 2002).

[3] *Manoscritto bolognese* 2861 (XV secolo) - Biblioteca Universitaria di Bologna, f. 172v: *"M262 a fare v[er]nice liqquida bona / ... lassa bulire et cociare et se voj saper[e] q[ua]n[do] e b[e]n[e] coct[a] tollj una pen[n]a de gallina et bagnala i[n] la dicta cocictura se la pen[n]a vienj pellata e cocta ..."*.

[4] Avvertimenti riguardo al rischio di incendio durante la preparazione di vernici oleoresinose sono riportati in numerosissime ricette fin dalla Schedula di Teophilus Presbyter: *"cuoci diligentemente finchè non se ne sia consumata la terza parte, e fai attenzione alle fiamme, perché è troppo pericoloso e difficile spegnerla se prende fuoco"*.

[5] *Manoscritto antico* MA309 (XV secolo), Biblioteca Angelo Mai, Bergamo: *"…E se vorrai sapere quando sia cotta, metti un po' della suddetta vernice su un ferro e se rimarrà dura e viscosa, allora sarà cotta."*

[6] Il numero di acidità (*acid value*) è un parametro numerico che quantifica il carattere acido di una miscela di composti dovuto a più costituenti acidi, indipendentemente dalla loro caratterizzazione analitica; il numero di acidità è particolarmente indicato per la determinazione dell'acidità di composti di origine naturale (es. oli vegetali, resine naturali). Il numero di acidità è la quantità (massa) di KOH espressa in milligrammi, necessaria per neutralizzare l'acidità di 1 grammo di sostanza. Il metodo utilizzato è idoneo per la determinazione del numero di acidità di tutte le resine solubili in etanolo/isopropanolo.

BIBLIOGRAFIA

1. Eastlake, C. L., Materials for a history of oil painting, Longman, Brown, Green and Longmans, London, 1847
2. Merrifield, M.P., Original Treatises dating from the XIIth to the XVIII centuries on the Art of Painting, Murray, London, 1847.
3. Lessing, G.E., Vom Alter der Ölmalerei: aus dem Theophylus Presbyter, Buchhandlung des Fürstlichen Waissenhauses, Braunschweig, 1774.
4. Valdrighi, L.F., Nomocheliurgografia antica e moderna, Sogliani, Modena, 1884.
5. Watin, J.F., L'art du peintre, doreur et vernisseur, Granger, Durand, Watin, Paris, 1773.
6. Fontana, E. et al., Historische Lacke und Beizen auf Musikinstrumenten in deutschschprachigen Quellen bis 1900, Verlag des Germanisches Nationalmuseum, Nürnberg, 1999.
7. Kunckel, J., Der neu-aufgerichteten und vergrösserten ... curieuse Kunst- und Werckschul, Zieger, Nürnberg, 1707.
8. Scarlatti, F.M., Ricette e segreti diversi, 1754, Archives and Manuscripts MS. 4383, p.283, Wellcome Library, London.
9. Gesner, K., Thesauro di Euonomo Filatro de remedi secreti, Bonfadio, Venezia, 1588.
10. Frezzato, F., Seccaroni, C., (a cura di), Segreti d'arti diverse nel regno di Napoli, Il manoscritto It III, 10 della Biblioteca Marciana di Venezia, Il Prato, Padova, 2010.
11. Echard, J.P. et al., Gas chromatography/mass spectrometry characterization of historical varnishes of ancient Italian lutes and violin, Analytica Chimica Acta 584 (2007) 172–180.
12. Takahashi, K. et al., Thermal behavior of fowl feather keratin, Biosci. Biotechnol. Biochem., 68 9, 1875-1881, 2004.
13. Cennini, C., Il Libro dell'arte di Cennino Cennini, edizione critica e commento linguistico, a cura di V. Ricotta, Franco Angeli, Milano, 2019.
14. van den Berg, J. D. J., "Analytical chemical studies on traditional linseed oil paints", University of Amsterdam, 2002.
15. Koleske, J.V. (editor), The paint and coating testing manual, fifteenth edition of the Gardner-Sward Handbook, ASTM International, West Conshohocken, 2012.

IL DEGRADO DELLE LEGHE DI STAGNO NELLE CANNE D'ORGANO STUDIO MULTIDISCIPLINARE NON DISTRUTTIVO E PROSPETTIVE DI RICERCA

Daniela Di Martino*, Riccardo Rossini, Stefano Colombi**, Curzio Merlo***, Ettore Claudio Bonizzi****, Patrizio Barbieri*******

* Ricercatore, Dipartimento di Fisica "G. Occhialini", Università Milano Bicocca, piazza della Scienza 3, 20126, Milano, daniela.dimartino@unimib.it
** Studente magistrale, Dipartimento di Fisica "G. Occhialini", Università Milano Bicocca, piazza della Scienza 3, 20126, Milano, r.rossini@campus.unimib.it, s.colombi11@campus.unimib.it
*** Chimico, Laboratorio di Diagnostica applicata ai Beni Culturali, Scuola di Restauro Cr.Forma, C.so Matteotti 17, 26100 Cremona, +39 3385037271, curziomerlorest@crforma.eu; Laboratorio Arvedi di Diagnostica non Invasiva, CISRiC, Università di Pavia, via Bell'Aspa, 3 26100 Cremona, curzio.merlo@unipv.it
**** Restauratore, Titolare e Legale Rappresentante della Ditta Inzoli Cav. Pacifico e F. di Bonizzi Ettore Claudio & C. SNC, via Lodi, 23, 26013 Crema (CR), 0373 30000, direzione@inzoli-bonizzi.com
***** Già docente di Acustica musicale e Acustica applicata Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali, Università degli Studi di Lecce e di Organi storici Corso Superiore per i Beni Culturali della Chiesa, Pontificia Università Gregoriana di Roma, Roma, patrizio-barbieri@libero.it

Abstract

A partire dal IX Congresso Nazionale IGIIC di Cosenza (Bonizzi e al. 2011) sono stati presentati e discussi interventi di restauro di organi a canne storici. Nell'ambito del XIV Congresso Nazionale IGIIC di L'Aquila (Merlo e al. 2016), le ricerche e gli studi applicati hanno riguardato, in particolare, la caratterizzazione del degrado delle canne d'organo a base di leghe metalliche a prevalenza piombo o stagno. I campioni di leghe metalliche sono stati inizialmente sottoposti ad indagini di tipo non invasivo e micro-distruttivo: SMO (Stereo Microscopia Ottica), XRF (Fluorescenza a Raggi X), SEM-EDX (Microscopia Elettronica a Scansione combinata con Spettroscopia a raggi X a Dispersione di Energia), MO (Microscopia Ottica), XRD (Diffrazione dei Raggi X). Successivamente, gli approfondimenti scientifici del degrado di strumenti musicali storici, strettamente correlati agli interventi di restauro di organi a canne, si sono indirizzati ad approfondire le cause e i meccanismi di degrado delle leghe ricche in stagno. Dal 2015 il Dipartimento di Fisica dell'Università Milano Bicocca - in collaborazione con il Laboratorio di Diagnostica applicata ai Beni Culturali Scuola di Restauro Cr.Forma di Cremona, il Laboratorio Arvedi di Diagnostica non Invasiva CISRiC Università di Pavia e la ditta di restauro Fabbrica d'Organi Inzoli Cav. Pacifico e F. di Bonizzi F.lli di Crema (CR) - ha iniziato una nuova fase di studio e ricerca finalizzati alla caratterizzazione delle canne d'organo. Diversi set di campioni di canne d'organi storici sono stati sottoposti ad una serie di ulteriori indagini non invasive e non distruttive, al fine di caratterizzarne la composizione e, dove possibile, fornire indicazioni associabili al caratteristico degrado. In particolar modo sono state svolte misure con l'utilizzo di neutroni (presso la sorgente ISIS/RAL, UK) e misure di spettroscopia Raman per indagare il degrado delle canne d'organo (Di Martino et al. 2019). Limitatamente al caso delle canne d'organo a base stagno, sono state recentemente svolte due ulteriori ricerche, confluite in due tesi di laurea triennali (Rossini, 2019; Colombi, 2020). Le cause del degrado delle canne d'organo, spesso irreversibilmente danneggiate, sono tuttora dibattute. Un'ipotesi è la cosiddetta "peste dello stagno", una trasformazione allotropica dello stagno che avviene al di sotto dei 13,2 °C, con incremento del volume, formazione di massa "polverulenta" e conseguente foratura delle canne stesse. La peste dello stagno è un fenomeno che interessa non solo manufatti artistici quali canne d'organo, ma anche l'elettronica, dove i prodotti con saldature in stagno devono poter essere usati anche a basse temperature. La transizione allotropica è poi facilitata dalla presenza di ossidi di stagno (come romarchite e cassiterite), che sono facilmente rilevabili, per esempio mediante spettroscopia Raman. Si è, quindi, proceduto ad indagare la transizione di fase attraverso misure di diffrazione di neutroni su campioni di stagno puro in funzione della temperatura e successivamente, utilizzando campioni di lega a base di stagno provenienti da organi storici, è stata condotta una campagna di misure congiunte (Raman e neutroni) che ha permesso di correlare la presenza delle varie fasi degli ossidi di stagno col degrado delle canne d'organo.
Ulteriori sviluppi e indagini sono attualmente in corso per cercare di approfondire la conoscenza del degrado e consentire ai restauratori di intervenire tempestivamente.

Alchimia e acustica nella tecnologia delle canne d'organo

Tutte le teorie sulla sonorità dei corpi "molli" e dei corpi "solidi e lisci" (metalli e leghe metalliche), sviluppate fino al tardo Rinascimento, derivano dalla teoria aristotelica (Barbieri, 2019). I gradi di sonorità attribuiti ai vari metalli erano, nell'ordine: 1. Rame (Cu) e sue leghe (= *aes*); 2. Oro (Au) e Argento (Ag); 3. Stagno (Sn); 4. Piombo

(Pb) e Ferro (Fe). Molto probabilmente per questa ragione fino all'inizio del XII secolo tutte le canne d'organo di cui si ha notizia erano realizzate con rame puro o sue leghe.
Nel corso del Medioevo si cominciò, comunque, a capire che la natura di una emissione acustica non poteva essere spiegata dalla sola "durezza" del corpo. Nei secoli XII e XIII – dopo i quali gli organi iniziano a mostrare segni di profonda evoluzione – alcuni autori sottolineano che il rame (*cuprum*) presenta un suono crudo che infastidisce l'orecchio, mentre alcuni metalli aventi sonorità più moderata hanno un suono più gradevole. Albertus Magnus (~1200 – 1280), con diretto riferimento agli organi, osserva che, paragonati a metalli più sonori, piombo e stagno "*presentano un suono quasi soffocato ed estinto. Per tale ragione, …, l'acutezza del suono emesso dal rame viene temperata e attenuata con l'aggiunta di una adeguata quantità di stagno*." Al concetto di "durezza" si sostituirà quello di "elasticità", ancora oggi valido. Tale parametro era già stato anticipato da Adalboldo di Utrecht (970 – 1027) nel suo *Tractatus de musica*: per la prima volta l'emissione acustica di un materiale viene messa in relazione con la sua "rigidità", cioè, come diremmo oggi, col suo coefficiente elastico o "modulo di Young". Nessuno degli autori successivi sembra, tuttavia, aver tenuto conto della osservazione di Adalboldo e solamente nel 1646 Nicola Cabeo fornisce una prima parziale definizione di corpo elastico, aggiungendo che – essendo il suono prodotto dalla vibrazione dei corpi – sono quelli elastici ad avere una maggiore sonorità, cioè quelli dotati di un più alto valore del modulo di Young.
La prima esplicita menzione scritta relativa alle canne di piombo (o stagno) risale alla fine del XIII secolo. Nel suo *Tractatus de musica* (1272 – 1304), Jerome de Moravia spiega come ricavare le proporzioni delle canne o tube di piombo (o stagno) o anche di argento per gli organi: "*proportiones cannarum sive fistularum plumbearum etiam argentearum in organis*". In questo caso, in accordo con la terminologia in uso fino al XVI secolo, il termine "*plumbum*" può anche significare "stagno" (= "*plumbum album*"), in contrapposizione al "*plumbum nigrum*", cioè al piombo **[1]**.
Un'esauriente trattazione sull'uso dei vari metalli impiegati per specifici strumenti musicali è presentata da Girolamo Cardano verso la metà del secolo XVI. Egli conferma che la (supposta) più dolce sonorità dello stagno ("*per stamnum album plumbeum intelligo*") lo rende, rispetto agli altri metalli, il materiale più adatto per le canne d'organo. Unitamente alla facilità di intonazione, la più dolce sonorità può spiegare la transizione dal rame allo stagno (e sue leghe) nella costruzione delle canne d'organo.
I Romani utilizzarono e diffusero in tutto il mondo lo stagno proveniente dalle isole britanniche e per parecchio tempo l'Inghilterra fu incontrastata dominatrice nella produzione dello "stagno fino di Inghilterra" o "di Cornovaglia", sempre legato con Pb per migliorare il getto della lega fusa e altri additivi. Citato presso gli organari italiani già dal 1421, almeno fino ai primi decenni del XVIII secolo esso era il più apprezzato.
Nel Medioevo sorsero due concorrenti: Sassonia e Boemia. Proprio in Germania, tra il XIV e XV secolo lo stagno venne impiegato per la produzione della latta (lamiera di ferro ricoperta da un sottile strato di stagno): per questa ragione – recupero dello stagno dalla latta – e verosimilmente per la presenza di ferro nel minerale di partenza, lo stagno "di Germania" era considerato scadente. Dom Bédos (1770) ne sconsigliava decisamente l'utilizzo per le canne di facciata, dato che col tempo esse tendevano a ricoprirsi di un vero e proprio strato di ruggine. Lo stagno di Malacca (Indie orientali) era considerato il più puro e, dunque, debole meccanicamente ed anche particolarmente costoso.
I lingotti di stagno potevano contenere imprecisate quantità di impurezze: Pb, Sb, Bi e Cu, elementi aggiunti intenzionalmente dal produttore (additivi), Cu e il dannosissimo Fe già presenti in alcuni minerali utilizzati per ottenere lo stagno.
Antimonio (Sb) e bismuto (Bi), sotto il generico nome di "marcassite", almeno a partire dal 1452 furono utilizzati negli organi costruiti in Italia per "purificare" lo stagno in modo da rendere le canne di facciata simili all'argento. L'antimonio (1%) migliora la resistenza allo scorrimento viscoso **[2]** a freddo dello stagno puro: per % di Sb > 1% possono, però, apparire screpolature sulla superficie delle canne e, in seguito al ripetersi delle azioni di accordatura, la parte superiore di esse tende addirittura a sfarinarsi. Alcuni autori indicano l'effetto "curativo" di Sb e Bi sulla "peste dello stagno": "*rilievi sperimentali hanno dimostrato che poche parti per mille dei due additivi possono praticamente bloccare tale processo alle normali temperature; anche la presenza di alcune parti per cento di piombo ha notevole effetto inibitorio sulla trasformazione, mentre decisamente trascurabile è invece l'azione del rame e addirittura controproducente quella dello zinco*." (Barbieri, 2020). Secondo Chiavari et al. 2006, gli inibitori più comuni sono il bismuto, l'antimonio, l'argento, il cadmio ed il piombo, mentre noti acceleranti sono l'alluminio, lo zinco, il germanio ed il rame. Alcuni studi (Styrkas, 2003) affermano che lo stagno già transito $\beta \rightarrow \alpha \rightarrow \beta$ presenta maggiore probabilità di effettuare una nuova transizione $\beta \rightarrow \alpha$.
Il rame migliora la resistenza meccanica dello stagno; presenta significativi vantaggi su Sb e Bi perché è più efficace nell'aumentare la resistenza allo scorrimento (un 1% di Cu equivale a ~ 6 – 7% di Sb) e conferisce minore fragilità alla lastra: il Cu si oppone molto meno dell'Sb alle operazioni di laminazione e imbutitura della lastra. L'1% di zinco (Zn) veniva aggiunto allo stagno d'Inghilterra per "seccarlo" e facilitarne la lavorazione.

Analisi scientifiche preliminari

I primi risultati interessanti sono stati ottenuti dall'analisi di campioni provenienti dall'organo Francesco D'Onofrio da Caccavone (1756/57), dove leghe ricche in stagno sono state studiate tramite Stereo Microscopia Ottica (SMO), Spettrometria di Fluorescenza a Raggi X (XRF), Microscopia Elettronica a Scansione combinata con Spettroscopia a raggi X a Dispersione di Energia (SEM-EDX), Diffrazione dei Raggi X (XRD).
I risultati, presentati a L'Aquila nell'ambito XIV Congresso Nazionale IGIIC, hanno evidenziato che:

- in prossimità del degrado si osserva la riduzione fino a zero del piombo, l'incremento del cloro e dello stagno; in alcuni campioni sono state rilevate inclusioni di arsenico distribuite in modo eterogeneo (sezioni trasversali al SEM-EDX); impurezze di Fe, Ni, Cu.
- Le polveri provenienti da zone degradate ed analizzate con XRD sono composte da cassiterite SnO_2 (70%) e romarchite SnO (30 %); la fase α dello stagno non è stata rilevata.

Ipotesi interpretative:

- La presenza di cloro nelle parti degradate delle canne - imputabile a fenomeni di condensazione e a particolari condizioni microclimatiche, alla formazione di prodotti di deterioramento del legno, delle pelli e di materiali utilizzati in restauri pregressi - può promuovere o incoraggiare i fenomeni di corrosione delle leghe metalliche. L'evidenza analitica dell'arricchimento in Cl in prossimità dei crateri potrebbe dare ragione a questa eventualità. Alcuni modelli ipotizzano che i cloruri svolgano inizialmente un'azione distruttiva nei confronti dello strato passivante protettivo superficiale delle leghe metalliche e che, successivamente, si combinino con gli elementi presenti nella lega (Sn, Pb, As) formando i corrispondenti cloruri. A questo punto si innescherebbero, per la presenza di umidità nell'aria, una serie di reazioni di scambio a formare i corrispondenti idrossidi **[3]** che, a loro volta, si trasformerebbero in ossidi e, per combinazione con l'anidride carbonica, in carbonati (Mapelli et al. 2005). In realtà l'analisi XRD svolta sui campioni provenienti dall'organo Francesco D'Onofrio da Caccavone mostra solamente la presenza del carbonato di zinco in canne a lega prevalente Pb.
- La riduzione della concentrazione di Pb nelle zone degradate, elemento noto per la capacità di inibire la trasformazione dello stagno, può portare quest'ultimo a subire il processo di trasformazione cristallina che ne altera irrimediabilmente l'integrità strutturale.
- La presenza degli ossidi di Sn e l'assenza della fase α-Sn nelle aree deteriorate indica che il degrado delle canne in lega ricca in stagno è probabilmente dovuto ad un fenomeno che non si limita alla singola trasformazione allotropica β-Sn → α-Sn, ma interessa anche altri fenomeni o altre cinetiche di reazione più complesse e ancora non note. Sicuramente l'ossidazione dello stagno metallico, a formare cassiterite e romarchite, gioca un ruolo importante.

Un altro caso di studio è stato quello svolto su frammenti dell'organo F.lli Lingiardi (1890), ma su lega metallica ricca in piombo. La lega analizzata si caratterizza per la scarsa resistenza agli stress meccanici, difetto frequentemente associato alla presenza di antimonio. È stato tuttavia verificato che l'antimonio non è presente ma sono stati rilevati alti tenori di zinco - in particolare in corrispondenza della superficie dove il metallo costituisce un vero e proprio strato - verosimilmente imputabili a un processo di zincatura superficiale. La presenza di zinco nella forma di agglomerati in matrice potrebbe, invece, essere la vera causa dell'indebolimento meccanico della canna.

Pianificazione delle indagini a base di neutroni

Un successivo approfondimento diagnostico è stato condotto applicando tecniche di indagine non invasive e non distruttive a base di neutroni su canne d'organo e frammenti a base stagno di diversa provenienza:

- misure di NRCA - *neutron resonant capture analysis* e PGAA - *prompt gamma activation analysis* **[4]** per rivelare la presenza di alcuni elementi come Sn, Pb, Sb, Bi, As, Cu, Zn, Fe, Cl, etc.;
- misure di ND - *neutron diffraction* **[5]** per evidenziare le fasi cristalline presenti, in particolare ricercare eventuali regioni in cui fosse presente una diversa forma allotropica dello stagno.

Dopo aver sottomesso due *regular proposal* per accedere alla *facility ISIS/RAL Neutron and Muon Source* (Oxfordshire, UK) sono state effettuate tre serie di misure presso la *Italian Neutron Experimental Station* (INES). È stato poi accettato un *proposal* presso la *facility Budapest Neutron Centre* (Budapest, H) nell'ambito del programma europeo IPERION CH, con un progetto dal titolo: LOOP (*LOoking for new insights in the composition of historical Organ Pipes: degradation and chronological issues*).
Le misure coi neutroni, completamente non distruttive e non invasive, non possono essere condotte *in situ*. I campioni devono essere trasportati presso grandi laboratori in cui si trovano le sorgenti di neutroni adatte per condurre gli esperimenti. Ogni laboratorio sfrutta una particolare sorgente di neutroni, a cui si interfacciano molte stazioni sperimentali (*beamlines*) specifiche a seconda delle energie incidenti e dei rivelatori utilizzati (ad esempio ottimizzati per analisi di diffrazione, di spettroscopia o di *imaging*). Gli studi hanno riguardato dapprima le analisi su una serie di frammenti, in combinazione anche con altre tecniche (principalmente spettroscopia Raman) **[6]**. I

frammenti analizzati erano porzioni di canne d'organo a base stagno (metà del XVIII secolo) provenienti dall'organo della chiesa di San Giovanni Battista in Carunchio Chieti (Abruzzo), opera di Francesco Pasquale d'Onofrio da Caccavone. Successivamente si è approfondita la transizione dalla fase beta alla fase alfa - e viceversa - in campioni commerciali di stagno puro e alla caratterizzazione di canne a base stagno provenienti da organi storici.

Risultati

I campioni provenienti da Chieti (Figg. 1 e 2) mostravano chiari segni di degrado: estesi fenomeni di corrosione, esfoliazione, annerimento, pustole, crateri e fori.

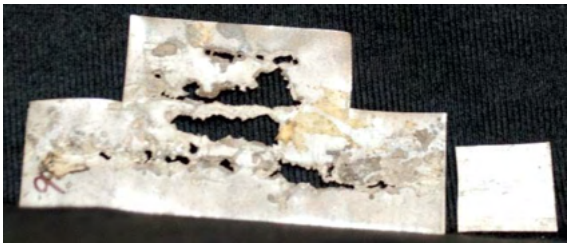


Figura 1. Campione A.



Figura 2. Campione B.

I risultati dell'analisi elementale PGAA sul campione B vengono riportati nella Tabella 1: il componente principale è lo stagno, altri elementi che potrebbero influenzare la transizione di fase dello stagno sono presenti in quantità ridotta.

Sample B (Code AY23_REPB9)	
Element	wt% (percentage error)
Sn	99.0 ± 0.1%
Cu	0.37 ± 0.01%
Fe	0.07 ± 0.005%
Pb	0.5 ± 0.09%
Cl	0.0158 ± 0.0005%
B	0.000052 ± 0.000002%

Tabella 1. Risultati dell'analisi PGAA del campione B

Le analisi in diffrazione di neutroni hanno evidenziato la presenza di stagno nella fase beta. Non è stata individuata la fase alfa che risulta particolarmente difficile da rivelare. Per mezzo di spettroscopia Raman sono state mappate diverse zone grigie rivelando fasi di ossidi di stagno, con una preferenza di fase romarchite (SnO) al bordo dei fori. Anche fasi idrate, riconducibili alla idrossilazione della romarchite a idroromarchite $Sn_3O_2(OH)_2$, sono state mappate per mezzo di *imaging*. Lo studio ha permesso di mettere a punto un protocollo multidisciplinare combinando misure di neutroni e misure Raman, entrambe non distruttive di sicuro interesse nella caratterizzazione di oggetti di interesse artistico. I dettagli delle misure e delle analisi sono disponibili in Di Martino et al. 2019.

Non essendo mai stata rilevata la presenza della fase α dello stagno nei campioni analizzati, la ricerca si è orientata allo studio della transizione di fase α ↔ β dello stagno. Poiché la transizione "diretta" da beta ad alfa richiede lunghi tempi di trasformazione, si è deciso di eseguire misure di diffrazione neutronica (ND) per iniziare a comprendere i dettagli della transizione "inversa" dallo stato alfa (degradato) allo stato beta (metallico) dello stagno. Durante lo studio è stato utilizzato un campione di pochi grammi di stagno α, ottenuto ponendo ad una temperatura di -18 °C per un periodo di due anni e mezzo un campione standard commerciale di stagno β (98,8 % Sn, 1,1% Sb). Tale campione si presentava, pertanto, completamente polverizzato. La misura in ND (Fig. 3) ha evidenziato la presenza soltanto dei picchi caratteristici dello stagno alfa, dando indicazione del fatto che tale campione era completamente transito nella fase polverizzata durante il lungo periodo a -18 °C; durante la misura la temperatura è sempre stata inferiore ai 34 °C per 220 minuti, in queste condizioni il materiale è rimasto in fase alfa.

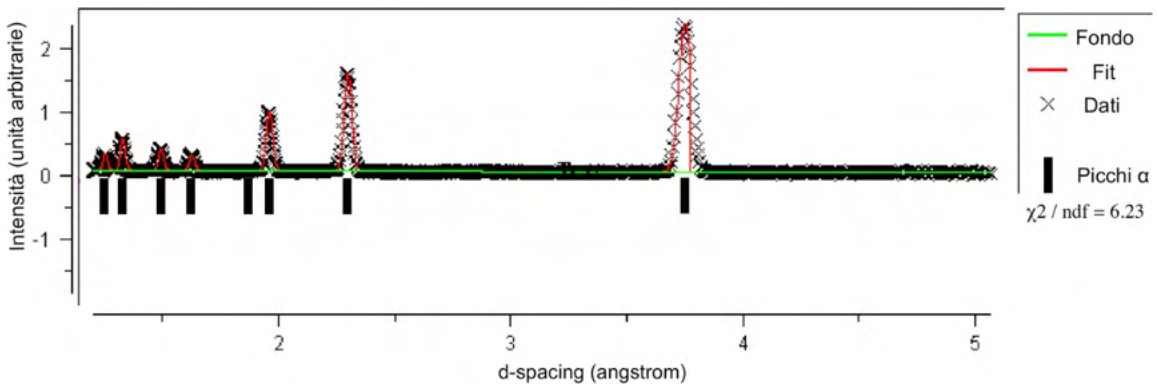


Figura 3. Misura ND prima della transizione: fase α dello stagno

In seguito, alzando la temperatura fino a 34 °C e mantenendo il campione a questa temperatura per 35 minuti, si è iniziata ad osservare la transizione "inversa": in Figura 4 si osservano tracce dei picchi della fase beta in aggiunta ai picchi della fase alfa. Non si osservano altri picchi, dunque non c'è evidenza dell'esistenza di fasi intermedie nella transizione α → β.

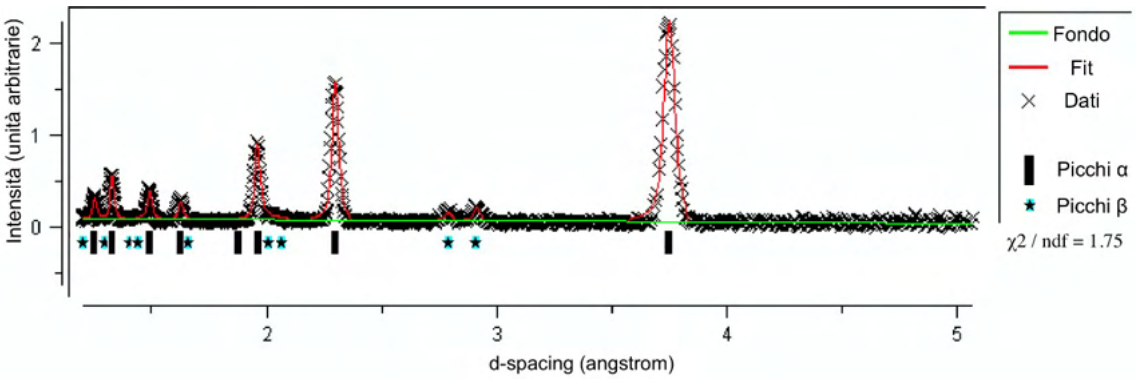


Figura 4. Misura ND: fase intermedia transizione di fase α → β

Infine, alzando ulteriormente la temperatura a 45 °C, si è verificato, in brevissimo tempo, l'immediato completamento della transizione su tutto il campione, in Figura 5 si osservano, infatti, solamente i picchi caratteristici della fase beta.

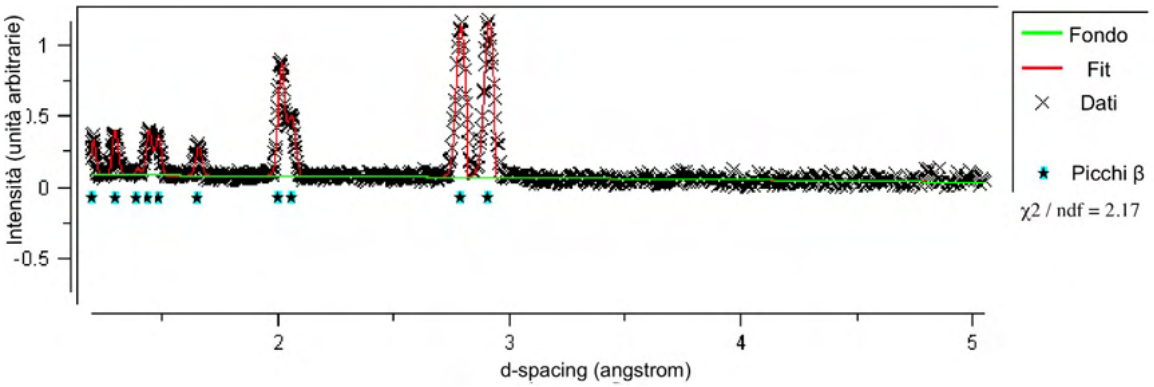


Figura 5. Misura ND dopo la transizione: fase β dello stagno

L'elevata velocità nella transizione inversa α → β a temperature > 34°C porta la fase alfa ad essere "elusiva". Essa non è mai stata osservata direttamente su campioni storici per vari fattori:

- la bassa velocità della transizione β → α: la formazione della fase alfa richiede lunghi tempi e basse temperature;
- la fase alfa è in polvere: la movimentazione di aria all'interno delle canne d'organo ne facilita la dispersione, l'elevata superficie di contatto favorisce la formazione di ossidi;
- la velocità della transizione α → β è particolarmente elevata a temperature facilmente raggiungibili nel periodo estivo.

La transizione da fase β-Sn (reticolo tetragonale a corpo centrato) a fase α-Sn (reticolo cubico a facce centrate) può avere luogo al di sotto dei 13,2 °C e la velocità della transizione, in campioni di Sn al 99,99%, è massima a -50 °C (Nogita et al. 2013). Il processo è molto lento (può impiegare anche mesi se non sono presenti dei semi, ovvero delle sostanze che danno inizio alla nucleazione) e comporta un incremento del volume del reticolo pari a circa il 27%. Inoltre, la fase α si presenta tipicamente sotto forma di polvere. Questi fattori, combinati, comportano la comparsa nello stagno metallico (β-Sn) di pustole, le quali tendono a sgretolarsi e a formare dei buchi nel materiale: la cosiddetta peste dello stagno.
La transizione inversa, invece, può avvenire soltanto al di sopra dei 13,2 °C ed ha una cinetica ancora poco compresa, in quanto non soddisfa le equazioni con cui solitamente si modellizzano le transizioni di fase. Ad esempio, la velocità di transizione ha un andamento fortemente dipendente dalla temperatura e, a differenza della transizione diretta, la α → β può avvenire anche in pochi minuti.
A seguire sono state svolte ricerche per stabilire l'influenza che gli ossidi hanno nella transizione β → α dello stagno, utilizzando tecniche di spettroscopia Raman **[6]** e XRD **[7]**.
Le analisi sono state svolte direttamente su campioni di canne d'organi storici a prevalenza stagno, in quanto il processo di degrado dovuto alla peste dello stagno può richiedere tempi lunghi. I campioni utilizzati sono una lastra del XVIII secolo proveniente da un organo di Ragusa e una canna d'organo, databile attorno al XVII secolo, forniti dalla Ditta Inzoli Cav. Pacifico e F. di Bonizzi Ettore Claudio & C. SNC di Crema (Fig. 6).



Figura 6. Campioni analizzati: lastra di Ragusa del XVIII secolo (fronte e retro) e "canna 1" del XVII secolo.

Le analisi elementali effettuate sulla lega metallica di cui è costituito campione ("canna 1") hanno evidenziato un tenore di stagno attorno al 97.0%, con una presenza minoritaria di piombo al 2,8% e tracce di rame, arsenico e mercurio.
Le analisi Raman di entrambi i campioni hanno mostrato, in aggiunta agli ossidi dello stagno, la presenza di anglesite ($PbSO_4$), cerussite ($PbCO_3$), getchellite ($AsSbS_3$) e metastibnite (Sb_2S_3); tuttavia, la fase mineralogica più ricorrente in prossimità dei fori dovuti alla peste dello stagno è la romarchite (SnO), che notoriamente in letteratura viene indicata come un seme facilitatore per la transizione, a causa della struttura reticolare più simile allo stagno α che allo stagno β (Styrkas, 2003).
Sono state svolte anche analisi Raman e XRD su una sezione della lastra che hanno evidenziato la particolare disposizione degli ossidi romarchite (SnO) e cassiterite (SnO_2): l'interpretazione dei dati analitici consente di ipotizzare che nella fase iniziale del degrado, il primo ossido che si forma sulla superficie del metallo sia la romarchite (Fig. 7). In seguito, lo strato di SnO si espande e man mano transisce nella più stabile cassiterite, portando alla stratificazione rappresentata in Figura 8. È altresì ipotizzabile che la trasformazione chimica degli elementi Pb, As, Sb in ossidi → idrati → sali (prevalentemente solfuri, solfati e carbonati) avvenga prima della transizione allotropica β → α.

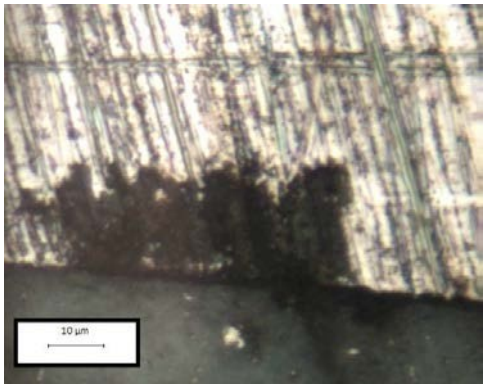


Figura 7. Fase iniziale: romarchite (macchia scura) sulla superficie dello stagno metallico (bianco), sezione.

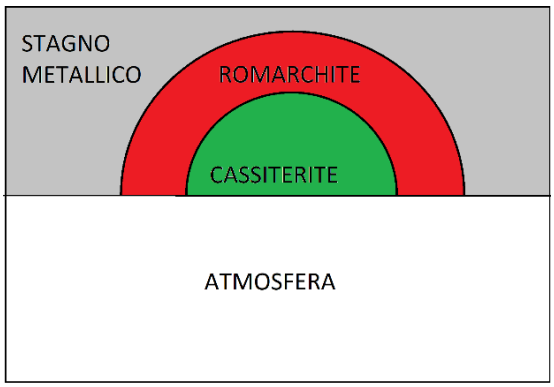


Figura 8. Schema della distribuzione delle fasi mineralogiche elaborato in base alle misure Raman.

Sulla lastra proveniente da Ragusa sono stati caratterizzati, grazie anche ad analisi in XRD, due strati differenti di "terre" bianche, applicati in tempi differenti: uno più recente di biossido di titanio ed uno, più profondo, di litopone. Le "terre" bianche potrebbero essere state applicate per proteggere la lastra dall'ossidazione oppure durante il processo di saldatura.

Conclusioni e prospettive di ricerca

Un campione, ricco di romarchite in superficie, è stato posto a basse temperature presso il laboratorio di criogenia della Bicocca e verrà analizzato nel tempo per avere evidenza di quale sia la trasformazione successiva, come e dove si formi la fase alfa e per comprendere meglio la correlazione tra ossidi e formazione dello stagno alfa.
Lo studio multidisciplinare ha permesso di caratterizzare diversi frammenti e canne d'organo intere, soprattutto per quanto riguarda le alterazioni. Con la diffrazione di neutroni è stata rivelata la presenza della sola fase beta dello stagno metallico, mentre la fase alfa è stata individuata in campioni commerciali opportunamente trattati.
Grazie alla spettroscopia Raman, un'analisi risolta spazialmente è stata condotta sia in frammenti che canne d'organo intere per caratterizzare le fasi di ossido di stagno e di eventuali altre impurezze.
La conoscenza delle varie impurezze risulta importante per eventuali trattamenti e l'approccio multidisciplinare consente la miglior scelta delle *best practices.*

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano le strutture dell'Università Milano Bicocca per la collaborazione (Dipartimento di Scienza dei Materiali, per l'utilizzo del laboratorio Raman, Dipartimento di Fisica e Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra per l'utilizzo del laboratorio di criogenia).
Si ringrazia Enrico Perelli Cippo (Istituto per la Scienza e Tecnologia dei Plasmi, CNR, Milano) per la collaborazione nell'analisi dati e Claudia Conti (Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, CNR, sede di Milano) per la preparazione di una sezione sottile, le analisi XRD e la loro interpretazione.
Si ringraziano gli *instrument scientists* delle varie *beamlines* utilizzate: Antonella Scherillo (INES@ISIS), Ivan da Silva (GEM@ISIS), Zsolt Kasztovszky (PGAA-NIPS (NORMA)@BNC).
Questo lavoro è stato parzialmente finanziato nell'ambito delle collaborazioni passate e presenti regolate dagli accordi CNR-STFC (*"for collaborative research between Italy and ISIS"*) e nell'ambito del programma europeo Horizon 2020 - *Financial support by the Access to Research Infrastructures activity in the Horizon 2020 Programme of the EU (IPERION CH Grant Agreement n. 654028) is gratefully acknowledged*.

NOTE

[1] L'affinità chimica tra stagno e piombo (elementi appartenenti al IV gruppo del Sistema periodico) ha creato nel passato confusione tra gli alchimisti. Nel secolo XVI per diversi autori, incluso l'eminente Georg Agricola (1494 – 1555) e in disaccordo con Cardano, lo stagno non era da identificarsi con il "*plumbum album*": "*Plumbum nigrum*" = piombo; "*Plumbum album*" = tipo di piombo "purificato"; "*Stannum*" = lega di piombo e argento. Anche il bismuto era considerato una delle specie di piombo: "*plumbum cinereum*" o "*stannum glaciale*".
[2] Applicando carichi inferiori a quello di rottura non si ha certezza che il materiale regga anche a lungo termine, dato che può subentrare, un altro tipo di cedimento detto appunto "scorrimento viscoso". Questo fenomeno si verifica, purtroppo per gli organari, solo su metalli – come Pb e Sn – aventi bassi punti di fusione e provoca deformazioni nel punto della canna in cui il carico specifico è massimo cioè bocca e piede.
[3] Secondo Mapelli et al. 2005 si tratterebbe di reazioni catodiche che avvengono in corrispondenza delle inclusioni di rame (interfaccia rame-stagno).
[4] La NRCA, analisi per cattura neutronica risonante, è una tecnica nucleare per l'analisi elementale ed isotopica basata sull'assorbimento dei neutroni epitermici (cioè con energie comprese nel *range* 1-104 eV). Quando un fascio di neutroni epitermici colpisce un campione, c'è una certa probabilità che un neutrone venga assorbito da un nucleo del campione. In questo caso si possono registrare dei picchi detti risonanze. Quando un neutrone è assorbito da un nucleo, il nucleo stesso si porta in un cosiddetto stato eccitato. La sua istantanea (*prompt*) diseccitazione produce una cascata di raggi gamma con uno spettro energetico caratteristico dell'isotopo. Questo meccanismo (assorbimento risonante e conseguente diseccitazione) è sfruttato in due tecniche di analisi: la NRCA che "riconosce" gli atomi del campione misurandone le risonanze di assorbimento e la PGAA, analisi di attivazione gamma istantanea, che sfrutta invece lo spettro gamma caratteristico.
[5] La ND, diffrazione di neutroni, è una tecnica consolidata che sfrutta l'interazione tra i neutroni e i reticoli cristallini del campione da analizzare, analogamente a quanto succede nella diffrazione a raggi X. Nei campioni cristallini (per esempio ceramiche o metalli) il neutrone si comporta come un'onda riflessa dalle superfici costituite dai piani cristallini e fornisce indicazioni sulla disposizione nello spazio di questi piani (come il parametro

reticolare da cui si possono distinguere le fasi mineralogiche presenti ed anche la loro concentrazione). Le misure sono state condotte con l'aiuto di Antonella Scherillo, *instrument scientist* di INES (ISIS/RAL, UK).
[6] In collaborazione con Roberto Lorenzi, Dipartimento di Scienza dei Materiali, Università Bicocca Milano.
[7] In collaborazione con Claudia Conti, Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, CNR, Milano.

BIBLIOGRAFIA

1. Claudio Bonizzi, Paolo Mariani., *"Il restauro dell'organo a canne costruito da Giovanni Battista Antegnati nel 1555 e ubicato nella chiesa di Santo Spirito a Lodi"*, Lo Stato dell'Arte 9. Cosenza, 13-15 ottobre 2011, Firenze: Nardini Editore, 131-138
2. Curzio Merlo, Michela Albano, Ettore Claudio Bonizzi, Giusj Valentina Fichera, Giuseppe Guida, Marco Malagodi, Chiara Milanese, Tommaso Rovetta, *"Canne d'organo: caratterizzazione del degrado di leghe metalliche, ricerche e studi applicati"*, Lo Stato dell'Arte 14. Accademia di Belle Arti, L'Aquila, 20-22 ottobre 2016, Firenze: Nardini Editore, 165-172.
3. Di Martino Daniela, Perelli Cippo, Kockelmann Winfried, Scherillo Antonella, Minniti Triestino, Lorenzi Roberto, Malagodi Marco, Merlo Curzio, Rovetta Tommaso, Fichera Giusj Valentina, Albano Michela, Kasztovszky Zsolt, Harsányi Ildikó, Gorini Giuseppe, *"A multidisciplinary non-destructive study of historical pipe organ fragments"*, Materials Characterization 148, 2019, 317-322.
4. Rossini Riccardo, *"Neutron studies on beta to alpha transition in tin-based commercial and historical samples"*, tesi di laurea triennale, Università degli Studi di Milano Bicocca, novembre 2019.
5. Colombi Stefano, *"Analisi della "peste dello stagno" su campioni storici tramite l'uso di spettroscopia Raman e diffrazione di raggi X"*, tesi di laurea triennale, Università degli Studi di Milano Bicocca, marzo 2020.
6. Patrizio Barbieri, *"Alchimia, simbolismo e acustica aristotelica nella tecnologia medioevale delle canne d'organo"*, in Arte organaria italiana fonti documenti e studi, XI, 2019, 9-46.
7. Patrizio Barbieri, *"La tecnologia delle canne d'organo metalliche in Italia, c.1300-1900"*, in Arte organaria italiana fonti documenti e studi, XII, 2020, 17-92.
8. Chiavari C, Martini C, Poli G, Prandstraller D., *"Deterioration of tin-rich organ pipes"*, Journal of Materials Science, 41(6), 2006, 1819-1826.
9. Styrkas A.D. *"Mechanism of the Allotropic Transition of Sn"*, Inorganic Materials, vol. 39, no. 8, 2003, 944-948.
10. Mapelli C., Nicodemi W., Venturini R., *"Characterization of damaging phenomena interesting tin-based organ pipes of different ages"*, Revue de Métallurgie", 102(2), 2005, 153-159.
11. Nogita K, Gourlay CM, McDonald SD, et al. *"XRD study of the kinetics of $\beta \leftrightarrow \alpha$ transformations in tin"*, Philosophical Magazine, 93(27), 2013, 3627-3647.

APPLICAZIONI DELLA RIDUZIONE ELETTROCHIMICA ALL'ARGENTO IN FOGLIA

Lilli Tanzi*, Graziella Accorsi, Michele di Foggia*****

*Restauratrice diplomata all'Accademia di Belle Arti di Bologna, Via Manin 40 Sassuolo, 41049, Sassuolo, 340 9972664, llilli.tanzi@outlook.it
** Restauratrice, docente di Restauro dei manufatti scolpiti in legno, Accademia di Belle Arti di Bologna, Via Cartoleria 11, 40124, Bologna, 328 4631509, graziella.accorsi@ababo.it
*** Ricercatore presso il Dipartimento di scienze biomediche e neuromotorie, Università di Bologna, Via Belmeloro 8/2, 40126, Bologna, 377 9473581, michele.difoggia2@unibo.it

Abstract

Il fascino della foglia metallica deriva non solo dalla sua raffinata bellezza, ma anche dalla sua complessità e fragilità. La sua pulizia rappresenta ancora un tasto dolente nel campo del restauro, soprattutto per quanto riguarda le opere argentate. In queste, la fragilità fisica, dovuta alla struttura laminare, si accompagna a quella chimica. Di fronte ad un'ossidazione l'approccio attuale consiste generalmente in un trattamento di minimo intervento o, al contrario, in una radicale riargentatura. Va ricordato che la decisione di mantenere l'ossidazione è per l'appunto una scelta che, come tutte le scelte, va ponderata. Essa comporta infatti la completa alterazione dei rapporti cromatici originali e della percezione globale dell'aspetto dell'opera, a favore del mantenimento della materia originale. Questo è vero anche per le opere antiche, dove il viraggio al nero è comunemente accettato, soprattutto poiché ritenuto irreversibile. La presente sperimentazione mira a proporre una metodologia alternativa per il trattamento delle ossidazioni a carico di film metallici e di piccoli elementi in argento nell'ambito delle opere polimateriche. Questa, diversamente dai metodi già noti, che operano togliendo o aggiungendo, rigenera il materiale originale presente, operando una riconversione chimica analoga a quelle già in uso per pigmenti e metalli. A questo fine sono state testate le possibili applicazioni delle reazioni di ossidoriduzione spontanee, già in uso nel settore dei manufatti metallici.
La ricerca di un metodo che permetta di "portare" i reagenti e i mezzi necessari alla reazione sulla delicata argentatura a guazzo è stata un aspetto centrale della ricerca. Il mezzo acquoso, necessario al fine di veicolare le cariche e permettere la reazione, appare da subito come il principale ostacolo all'applicazione del metodo a manufatti non di metallo pieno bensì argentati a foglia. Tuttavia il recente sviluppo dei supportanti, più numerosi e performanti che in passato, fornisce validi strumenti per aggirare questo limite.
Il lavoro affrontato è complesso e ricco di variabili. Il metodo sfrutta la reazione di ossidoriduzione che spontaneamente si genera tra due metalli posti a contatto con una soluzione salina. Questa reazione vede il solfuro di argento, che costituisce la patina nera del metallo, nel ruolo di catodo, ovvero polo che subisce la reazione di riduzione. Da questo punto di partenza si dipanano molte variabili, tra le quali la scelta della sostanza adatta a fungere da anodo e del sale che costituirà la soluzione elettrolitica. Una particolare attenzione è stata data alla valutazione delle caratteristiche dei supportanti, in particolare in relazione alla quantità di acqua rilasciata, alla compatibilità con i reagenti ed alla conduttività ottenibile.
La ricerca ha portato ad identificare una metodologia di semplice applicazione che, attraverso l'uso di cloruro di sodio supportato in gel e alluminio metallico, consente la riduzione dell'argento in foglia e il recupero delle caratteristiche chimiche ed estetiche.
La presentazione affronta la ricerca svolta, esponendone materiali e metodi. L'analisi degli incoraggianti risultati ottenuti mostra modalità di esecuzione, vantaggi e condizioni d'uso della tecnica.

Introduzione

Da quanto esposto in precedenza si può comprendere la complessità che comporta ogni approccio alla pulitura della foglia d'argento. Durante la sperimentazione la varietà dei meccanismi chimici in gioco ha spesso comportato la difficoltà nel determinare a priori l'esito delle reazioni condotte. L'uso di supportanti congiuntamente a sali e reagenti mai applicati nell'ambito del restauro, o che risultano scarsamente trattati in letteratura, ha comportato una seconda sperimentazione interna a quella principale. Lo studio ha cercato di individuare non solo quali fossero i reagenti idonei alla riduzione della foglia d'argento, ma anche le metodologie e le condizioni del loro utilizzo. In particolare l'obiettivo della sperimentazione è quello di individuare un sistema che, oltre ad essere sicuro per l'opera, risulti applicabile nella comune prassi laboratoriale. A questo fine sono richieste alcune caratteristiche, tra le quali praticità e atossicità.

Materiali e metodi

Le reazioni di ossidoriduzione sono per loro natura influenzate da numerosi parametri. Per praticità nel corso della sperimentazione sono state selezionate solo le variabili più rilevanti, quelle ritenute basilari e imprescindibili. Queste, ovvero l'anodo, il sale e il supportante, sono state le uniche ad essere indagate in maniera sistematica durante lo studio. Altri parametri rilevanti, come la temperatura **[1]**, il tempo di applicazione e la concentrazione, sono stati comunque monitorati. Non sono tuttavia trattati come variabili, in quanto non sono stati standardizzati e studiati sistematicamente ma adattati ai singoli casi in modo da ricercare i migliori risultati.

Le variabili coincidono quindi con i materiali della sperimentazione. Tra questi il sale funge da elettrolita, costituendo attraverso la sua dissociazione in ioni la soluzione salina di conduzione. Questa è necessaria per mettere in contatto tra loro i due poli della reazione, nonché per creare le condizioni favorevoli al passaggio degli elettroni.
I sali selezionati per la sperimentazione sono due: il cloruro di sodio NaCl, ovvero il comune sale da cucina, e l'idrogenocarbonato di sodio $NaHCO_3$, meglio noto come bicarbonato di sodio **(Figura 1)**.

Tabella riassuntiva proprietà dei sali	
Cloruro di sodio	Bicarbonato di sodio
NaCl	$NaHCO^3$
$Na^+ Cl^-$	$Na^+ HCO^{3-}$
neutro	basico
36 g/100 ml	8,7 g/100 ml

Figura 1. Caratteristiche chimiche dei due sali a confronto **[2]**

La scelta è ricaduta su questi due specifici composti principalmente per le loro caratteristiche di atossicità, per l'elevata mobilità ionica in soluzione e per la diversità esistente tra le rispettive caratteristiche chimiche. Il valore di mobilità ionica del sistema è stato appositamente mantenuto il più alto possibile, per permettere la riduzione dei tempi di applicazione e della temperatura a cui viene condotta la reazione. A sua volta limitare il tempo di applicazione significa diminuire la quantità di acqua rilasciata nel supporto ed il tempo di contatto diretto con la soluzione gelificata. È importante infatti che gli strati preparatori non vengano troppo imbibiti d'acqua, poiché questo andrebbe ad inficiare la successiva fase di rimozione del gel. Un altro parametro rilevante è il pH delle soluzioni saline ottenute. Essendo infatti il pH acido aggressivo nei confronti dei metalli sono stati scelti dei sali che dessero soluzioni dal pH basico o neutro. Per entrambi i sali è stato previsto l'uso di soluzioni sature.
Il catodo, all'interno della sperimentazione è costituito dal solfuro d'argento, ovvero il prodotto d'ossidazione dell'argento metallico, e pertanto in questo caso non rappresenta una variabile. L'unico vero reagente all'interno della reazione è l'anodo. Per anodo si intende il polo negativo, quello che in una reazione redox subirà la semireazione di ossidazione.
Una sostanza adatta a fungere da anodo per questa reazione dovrà necessariamente possedere un potenziale di riduzione minore di quello del solfuro d'argento, ovvero del catodo **[3]**. Si è cercato per quanto possibile di utilizzare anodi solubili, in modo da ottenere una maggiore superficie di contatto e aumentare la velocità di reazione. A quanto detto fa eccezione l'alluminio, che è stato scelto in quanto già utilizzato in passato, con questa funzione, nella pulitura per via elettrochimica dei manufatti metallici. Questo è stato utilizzato sia sotto forma di lamina ad uso alimentare che di foglia d'alluminio puro ad uso decorativo. L'alluminio metallico funge da riducente secondo il meccanismo della corrosione galvanica. Gli altri reagenti sono composti contenenti un anello benzenico e un numero di siti attivi riducenti che varia da due a quattro, costituiti da gruppi ossidrili, gruppi amminici, o una combinazione dei due. Di seguito sono elencati gli otto anodi scelti per la sperimentazione **(Figura 2)**.
Un componente di fondamentale importanza è il supportante, indispensabile per tentare l'applicazione di un metodo che richiede un ambiente acquoso ad una superficie sensibile all'umidità. I supportanti selezionati per la sperimentazione sono sette, scelti tra i più comuni attualmente usati nella pratica del restauro. Essendone previsto l'utilizzo in ambiente acquoso sono stati esclusi a priori i supportanti di tipo apolare, come il siliconico Velvesil plus® **(Figura 3)**.

Reagenti			
Nome	Formula bruta	Solubilità	Siti reattivi
Alluminio	Al	insolubile	1
Acido gallico	$C_6H_2(OH)_3COOH$	1,19g/100ml	4
Idrochinone	$C_6H_6O_2$	5,19g/100ml	2
Pirocatecolo	$C_6H_4O_2$	45g/100ml	2
Pirogallo	$C_6H_3(OH)_2$	40g/100ml	3
P-fenilendiammina	$C_6H_4(NH_2)_2$	4,7g/100ml	2
Para-amminofenolo	$H_2HC_6H_4OH$	0,65g/100ml	2
P-idrossifenilglicina	$C_8H_5(OH)_2(NH_2)$	0,23g/100ml	3

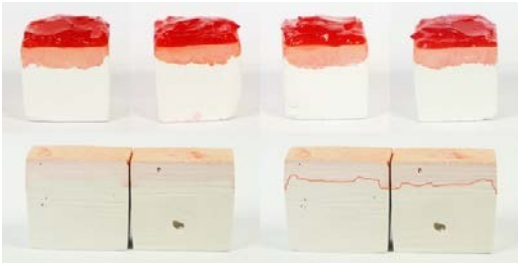
Figura 2. Nome e caratteristiche chimiche degli anodi selezionati

Supportanti		
Nome	Natura chimica	Viscosità
Carbopol Ultrez 21©	acido poliacrilico	alta
Klucel® G	idrossipropilcellulosa	alta
Vanzan NF-C®	gomma xantano	bassa
Agar agar	polimero di D-galattosio	gel rigido
Nevek®	polimero di D-galattosio	gel rigido
Gellano®	gel polisaccaridico	gel rigido
Gel di PVA e sali di borace	alcool polivinilico e tetraborato di sodio	alta

Figura 3. Nome e caratteristiche chimiche dei supportanti selezionati

Sperimentazione

Come fase preliminare è stato condotto un test di penetrazione, per verificare la quantità d'acqua ceduta dai diversi supportanti. Questa prova è stata effettuata per poter operare un confronto quantitativo e qualitativo tra le caratteristiche dei supportanti presi in esame. Sono state valutate la capacità di ritenzione dell'acqua nel gel e la facilità di rimozione dei supportanti, in relazione anche alla quantità di residui lasciati. Come provini sono stati utilizzati dei cubi di gesso da presa misuranti 3 cm per lato. Le soluzioni gelificate sono state preparate alla massima densità raccomandata dalle schede tecniche, in modo da verificarne le massime prestazioni di ritenzione. Le soluzioni sono state addizionate di bicarbonato di sodio, per ricreare in parte le condizioni della sperimentazione, e anilina rossa, per facilitare e fissare la visualizzazione dei risultati. Durante la fase di sperimentazione è emerso che il Gellano®, a causa della particolare interazione col sale, è in grado di formare oltre al classico gel rigido un gel ad alta densità, che è stato incluso nella prova. Per tutti i provini è stato previsto un tempo di applicazione di 10 minuti, trascorsi i quali il gel è stato rimosso e il campione lasciato asciugare.
Nessuno dei gel, nonostante l'alta viscosità, ha dato problemi in fase di rimozione, ad eccezione del Klucel G®, a causa delle sue blande proprietà adesive. Sono stati osservati la profondità ed il pattern di migrazione. Le misurazioni sono state eseguite sia sui provini integri che sezionati longitudinalmente in modo da accedere alla zona centrale. I risultati variano leggermente tra le due viste, sebbene queste differenze siano nella maggior parte dei casi trascurabili, segno di una penetrazione uniforme. Solo pochi, tra cui l'Agar agar, hanno mostrato differenze significative. In generale la penetrazione risulta tendenzialmente maggiore sui bordi. Prendendo in considerazione la vista frontale, il miglior risultato è stato ottenuto con i gel di Klucel G® e di PVA e sali di borace, che hanno mostrato una penetrazione di appena 1 mm, mentre il peggiore è derivato dall'uso dell'Agar agar, la cui penetrazione massima è stata di 10,5 mm. Con la vista di taglio il Klucel ed il gel di PVA-borace si confermano come quelli più prestanti, mentre la maggior penetrazione è stata data dal Nevek®, con 8,5 mm **(Figure 4, 5 e 6)**. La rimozione dei gel rigidi si è dimostrata pratica e priva di residui. I gel a base di Vanzan® e Carbopol Ultrez 21® sono, tra i tradizionali, quelli la cui rimozione è risultata più agevole. Il Klucel, nonostante l'alta viscosità, si rivela adatto come supportante della reazione, a patto di non prolungare troppo l'applicazione ed usare una componente alcolica in fase di rimozione.



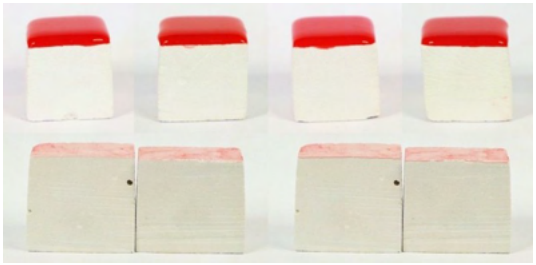


Figure 4 e 5. Risultati del test di penetrazione dell'Agar agar® e del Klucel G® a confronto

Risultati prove penetrazione		
Prodotto	Penetraz. lato (mm)	Penetraz. taglio (mm)
Agar agar (A)	10,5	6
Borace (B)	1	0,5
Carbopol (C)	9	7
Gellano 6% (G1)	6	2,5
Gellano 3% (G2)	3	2,5
Klucel G (K)	1	0,3
Nevek (N)	10	8,5
Vanzan (V)	7,5	6,5

Figura 6. Risultati del test di penetrazione

Per la sperimentazione sono stati predisposti dei provini misuranti 3x6 cm, costituiti da una base in compensato di pioppo dello spessore di 1,5 cm sulla quale è stata stesa una preparazione di tipo tradizionale a gesso di Bologna e colla di coniglio. È stato utilizzato un bolo di colore rosso che, oltre ad essere più comune nelle argentature antiche, consente una migliore valutazione dei risultati rispetto al bolo nero. L'argentatura è stata eseguita con foglia di argento pura, a doppio strato, e in seguito brunita. Le tavole così preparate sono state sottoposte ad un processo di ossidazione forzata tramite esposizione a vapori di "fegato di zolfo" all'interno di un ambiente confinato, creato con del film polibarriera EVOH® sigillato con nastro adesivo butilico. Il grado di ossidazione ottimale è stato raggiunto dopo 24 ore di trattamento **[4]**.
Come in precedenza, le soluzioni saline gelificate sono state preparate alla massima concentrazione consigliata. Inizialmente era stato previsto l'uso di soluzioni saline sature. Le prime prove in tale senso, sono state eseguite con il bicarbonato di sodio nell'ambito del test di penetrazione. Le soluzioni saline sature, sono state usate a diluizioni del 50% o 25%, in base alle modalità di preparazione dei diversi supportanti. Gli unici gel che hanno dimostrato di non supportare queste percentuali sono stati quelli a base di Carbopol e di sali di borace. I gel di Carpobol e borace sono stati successivamente preparati con successo utilizzando una quantità pari al 12% sul totale di soluzione satura. Il Gellano ha mostrato un comportamento particolare; con la soluzione al 50% ha infatti dato il gel anomalo di cui si è parlato precedentemente, mentre raddoppiando la quantità di supportante a parità delle altre variabili si è ottenuto un gel appena più rigido di quello che si è soliti preparare. I test hanno evidenziato come nessuno dei supportanti selezionati sia in grado di reggere alte concentrazioni di sali. Sono state quindi condotte prove per stabilire la massima concentrazione supportabile dai vari sistemi **(Figura 7)**. Le prove sono state effettuate con Carbopol, Klucel e Vanzan. I gel a base di Agar, Gellano e sali di borace, essendo già conduttivi di per sé, non necessitano dell'aggiunta di elettroliti. In seguito all'individuazione di questi parametri la preparazione è risultata semplice e ripetibile. A questo fa eccezione il Carbopol, il quale per supportare il 3% di NaCl, suo limite massimo, richiede una procedura laboriosa **[5]**.
I gel conduttivi sono stati miscelati alle soluzioni sature degli anodi nella proporzione di 1:10. Le lamine di alluminio, unico reagente solido, sono state adagiate sulla stesura di gel. Quest'ultimo è stato applicato sulla metà destra del provino con l'ausilio di una spatolina di plastica, lasciando la metà sinistra come riscontro. Durante tutte le fasi di preparazione e manipolazione dei gel reattivi è stato evitato il contatto con componenti metalliche. Al termine della prova i gel sono stati rimossi con tamponcini, prima a secco e poi con alcool etilico. Il tempo di applicazione è stato deciso di volta in volta, in base alla risposta delle singole coppie. Un processo decisionale simile ha guidato anche la scelta di procedere ad un apporto esterno di calore, mediante il preriscaldamento del gel o l'uso di un phon, fino ad una temperatura massima di 50 °C circa. Ogni tassello è stato fotografato prima e dopo il trattamento.

Supportante	Sale	Massima %
Carbopol Ultrez 21©	$NaHCO_3$	2.88%
Carbopol Ultrez 21©	NaCl	2.88%
Klucel G®	$NaHCO_3$	4.4%
Klucel G®	NaCl	5%
Vanzan®	$NaHCO_3$	5%
Vanzan®	NaCl	5%

Figura 7. Massima percentuale di sale supportata dai tre supportanti ritenuti adatti

Analisi

Nel corso della sperimentazione sono stati monitorati i valori del gloss superficiale e dell'angolo di contatto **[6]**. Tutte le misurazioni sono state eseguite sulle tavole argentate prima e dopo l'ossidazione forzata, e sui campioni in seguito alla riduzione. Queste sono state effettuate con le due diverse geometrie d'illuminazione permesse dallo strumento, ovvero a 20° e 60°. I valori raccolti in questa fase si sono mostrati estremamente coerenti tra loro, conseguenza dell'elevata precisione dello strumento, nonché della discreta omogeneità dei provini. I valori registrati mostrano, com'era prevedibile, una decisa diminuzione della lucentezza in seguito all'ossidazione forzata. Le misurazioni finali mostrano un ottimo recupero del gloss superficiale che, soprattutto con l'illuminazione a 60°, risulta pressoché totale **(Figura 8)**.

Misurazioni del grado di gloss		
Stato argento	20°	60°
Argento non ossidato	167	200
Argento ossidato	11-28	50-120
Argento ridotto	90-160	200

Figura 8. Dati ricavati dal glossometro, espressi in GU (Gloss Unit)

Il test dell'angolo di contatto mostra un aumento dell'idrofilia della superficie in seguito all'ossidazione, dato che rimane invariato con la riduzione. La riduzione dell'angolo di contatto è infatti dovuta non alla diversa natura chimica dell'ossido, ma alla diversa conformazione superficiale dello stesso. L'azione dell'ossidoriduzione non modifica questo dato, come testimoniato dai dati strumentali **(Figura 9)**. Da questo punto di vista si può parlare di mantenimento della patina tridimensionale, in quanto la speciale configurazione data dall'invecchiamento della superficie viene conservata inalterata dal processo. Tutte le caratteristiche chimiche proprie dell'argento vengono per il resto ristabilite.

Test dell'angolo di contatto	
Stato argento	Angolo°
Argento prima dell'ossidazione	27,5°
Argento ossidato	39
Argento ridotto	39

Figura 9. Dati ricavati dal test dell'angolo di contatto

Risultati

Già dalla prima serie di prove, effettuate con la coppia sale-anodo costituita da bicarbonato di sodio e alluminio abbinata a tutti i supportanti, sono stati individuati alcuni standard poi applicati alle serie successive. I supportanti più performanti sono stati individuati nei gel di Carbopol, Vanzan e Klucel, i quali sono stati pertanto scelti come gel principali della sperimentazione. L'aumento del potere riducente in seguito all'apporto di calore è stato confermato. Le coppie sale-anodo rimanenti sono state testate con i gel di Vanzan e Klucel. Le caratteristiche del Carbopol si rivelavano intermedie rispetto a quelle degli altri due, che sono stati quindi ritenuti più significativi a livello sperimentale.

Da questo secondo ciclo di prove è emerso che l'unica coppia che desse i risultati desiderati è quella composta da cloruro di sodio e alluminio metallico **[7]**. L'inefficacia delle altre coppie è determinata talvolta dai tempi di applicazione troppo lunghi, talvolta da reazioni indesiderate col supportante, se non con l'acqua stessa **[8]**.
Escluse le prime variabili, il campo di ricerca è stato ristretto. Le prove successive hanno volto alla determinazione di parametri applicativi più precisi, in particolare la minima concentrazione efficace in relazione al tempo di reazione. Questo per testare la possibilità di calibrazione dei risultati in termini di riduzione. Finora tutti i gel sono stati preparati alla massima percentuale di sale supportata. A questo punto è stata preparata una serie di gel il cui contenuto salino scendesse fino all'1%, passando dai valori intermedi a scalini di un punto percentuale. Tutti i gel si sono rivelati efficaci anche alla minor concentrazione testata, seppur con significative differenze nel tempo d'azione **(Figure 10-11)**.

Tempi di azione con soluzioni sature	
Supportante	Tempo
Klucel G	8'
Carbopol Ultrez 21	2,5'
Vanzan	1,5'

Figura 10. Tabella riportante la variazione del tempo d'azione dei gel in relazione alla loro concentrazione

Tempi di azione		
Supportante	% NaCl	Tempo
Klucel G	4 %	15'
Klucel G	3 %	5'
Klucel G	2 %	3'
Klucel G	1 %	30"
Carbopol Ultrez 21	2 %	10"
Carbopol Ultrez 21	1 %	1'
Vanzan	4 %	1,5'
Vanzan	3 %	1,5'
Vanzan	2 %	15'
Vanzan	1 %	15'

Figura 11. Tabella riportante la variazione del tempo d'azione dei gel in relazione alla loro concentrazione

Diversamente da quanto sarebbe stato ragionevole aspettarsi, non tutte le soluzioni gelificate hanno mostrato un aumento dei tempi di azione al diminuire della concentrazione salina. I gel di Carbopol e Klucel registrano tempi minori, dovuti probabilmente alla maggiore fluidità in relazione alla conducibilità complessiva del sistema, che compensa la minor quantità di elettrolita. I gel di Vanzan, possedendo caratteristiche ottimali già in partenza, non hanno beneficiato di questo effetto. Probabilmente in questo caso si è rivelato più influente il calo della quantità di elettrolita, che ha abbassato la conducibilità del sistema, allungando i tempi d'azione.
Sono state eseguite prove nelle quali, mantenendo invariati gli altri parametri, sono stati aumentati progressivamente i tempi di esposizione. Differenze nel grado di azione sono state registrate solo con tempi inferiori a quelli necessari per il completo svolgimento della reazione, in seguito non si verificano cambiamenti neanche con esposizioni prolungate **(Figure 12 e 13)**.
Da test effettuati lasciando una finestra di controllo nella lamina d'alluminio è stato possibile osservare che la reazione diviene visibile solo dopo un intervallo di tempo iniziale. Da questo momento in poi, la riduzione si svolge in maniera piuttosto rapida, fino ad arrivare alla conclusione. Ne risulta che qualsiasi regolazione del grado di pulitura si intenda effettuare va eseguita durante questa finestra temporale.
Altre prove sono state eseguite con un tempo di applicazione fisso, variando la concentrazione salina. In questo modo non si verificano differenze significative nel grado di azione, semplicemente scendendo al di sotto del tempo richiesto alla reazione, questa non aveva luogo.
Le ultime prove hanno verificato la possibilità di eseguire trattamenti localizzati. A questo fine sono state delimitate delle aree del campioncino da ridurre in maniera selettiva, sia con, che senza l'ausilio di isolanti.
Le prove senza isolanti hanno dato risultati soddisfacenti, nonostante ad un esame ravvicinato risulti chiara l'irregolarità dei bordi. L'isolante permette di ottenere bordi perfettamente netti.

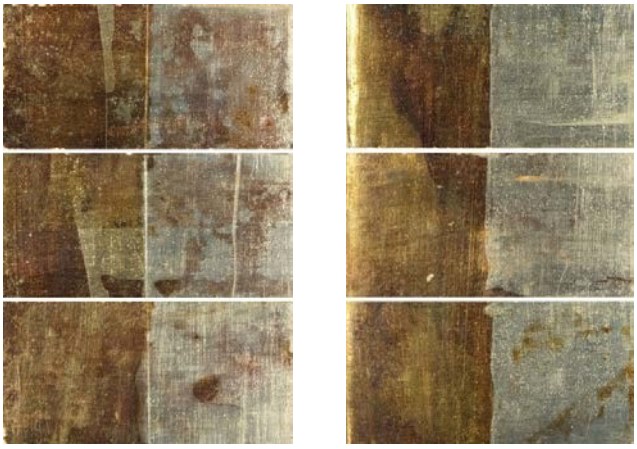


Figure 12 e 13. A sinistra i tasselli ridotti con gel di Vanzan® e NaCl all'1% per 5", 10" e 15" mostrano un progressivo aumento del grado di pulitura. A destra i tasselli ridotti con Carbopol Ultrez 21® al 3% per 2,5', 5' e 10' non presentano differenze significative.

Conclusioni

L'uso di alluminio metallico in lamina unitamente a soluzioni saline di cloruro di sodio supportate in Carbopol Ultrez 21®, Vanzan® e Klucel G® ha permesso di sopperire ai limiti dei bagni elettrochimici tradizionali permettendo un'efficace riduzione del solfuro d'argento della patina in argento metallico. Il sistema si è inoltre confermato compatibile con la delicata superficie idrofila sottostante, grazie al limitato apporto d'acqua ed alla scarsa azione meccanica richiesta. I tre supportanti si sono rivelati ugualmente efficaci, la scelta è da operare in base alle caratteristiche specifiche del substrato. Il Klucel è il più viscoso e ritentivo. Permette applicazioni molto precise, ma è sconsigliato su superfici decoese a causa del possibile effetto peeling. La consistenza del Vanzan lo rende adatto alla stesura a pennello, metodo pratico per applicazioni precise e localizzate. La minore adesività lo rende adatto alle superfici fragili, nonostante il maggiore apporto d'acqua. Il gel di Carbopol ha caratteristiche intermedie; è inadatto all'applicazione a pennello, ma manca dell'adesività del Klucel. La reazione si svolge su tutta la superficie coperta dal gel, iniziando solo quando i due poli, alluminio metallico e solfuro d'argento, entrano in contatto attraverso la soluzione salina, e terminando appena il contatto è interrotto. Questo lascia il tempo per una stesura accurata. La reazione può essere monitorata in modo diretto lasciando una porzione di stesura di gel appositamente scoperta dalla lamina d'alluminio. Dai test una modulazione del grado di riduzione risulta possibile, tuttavia a questa fase della sperimentazione il modo più agevole per ottenere una superficie omogenea è procedere alla riduzione completa. Se l'operazione richiede un alto grado di precisione è possibile isolare l'area da trattare, oltre a scegliere un supportante ad alta viscosità. A questo fine possono risultare utili delle sottili stesure di vernice, anche apolare, così come analoghe stesure di cera o di ciclododecano per i manufatti più sensibili. In questo modo il metodo si presta anche all'uso in contesti polimaterici.

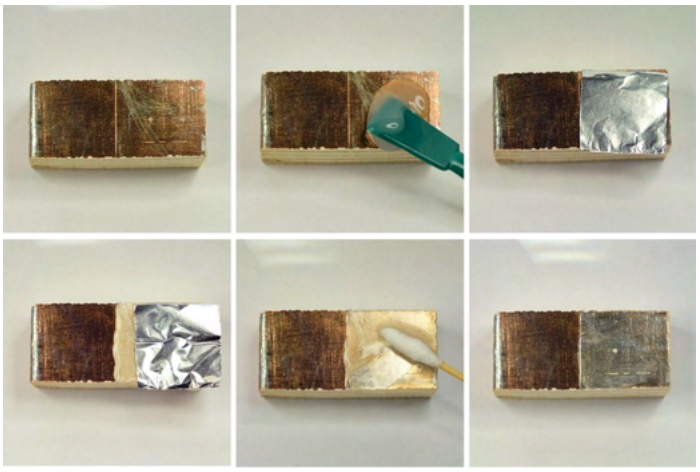


Figura 14. Fasi del processo di riduzione elettrolitica.

Il metodo necessita quindi della rimozione di eventuali vernici, che va valutata caso per caso, in modo da permettere l'instaurarsi dell'imprescindibile contatto tra poli. Le aree sulle quali si è intervenuti rimangono ritrattabili per eventuali correzioni, come quelle che possono derivare da un'imperfetta applicazione del gel, preferibilmente dopo aver atteso la completa asciugatura della preparazione. A seguito del processo l'argento rimane soggetto alla naturale ossidazione, si consiglia quindi di valutare l'applicazione di un film protettivo. Infine, tutti i materiali coinvolti sono atossici per l'operatore e rispettosi dell'ambiente **(Figura 14)**.

NOTE

[1] La temperatura, in una reazione endotermica come quella presa in esame, è sicuramente un fattore che contribuisce fortemente ad accelerare la velocità del processo, grazie all'energia fornita ed al conseguente aumento di mobilità. La temperatura di reazione è stata tenuta in considerazione e talvolta variata durante le prove, ma sempre mantenendola entro un range di sicurezza per l'opera.
[2] Nella tabella sono espressi in ordine; la formula bruta, la forma dissociata, il tipo di pH generato in soluzione e la solubilità in acqua a 20°C.
[3] Il Potenziale standard di riduzione è un valore caratteristico di ogni composto, calcolato in riferimento all'elettrodo standard ad idrogeno. Gli ossidanti hanno valori positivi, i riducenti negativi. E. Ghibaudi, A. Regis, E. Roletto, *"Le reazioni redox: un pasticcio concettuale?"*, pp. 14-24.
[4] Il fegato di zolfo è un solido composto da una miscela di solfuri di potassio, il cui colore vira dal rosso fegato al giallo pallido con l'invecchiamento. In soluzione è stato utilizzato all'1%. Da segnalare che a causa dei processi di vulcanizzazione indotti dallo zolfo il nastro butilico, da noi utilizzato come sigillante, risulta scarsamente adatto allo scopo. Sarebbe quindi da preferirgli, quando possibile, una pinza termosaldante. L. Gmelin, *"Hand-book of Chemistry: Metals"*, p. 2. V. Barbera, G. Accorsi, L. Vanghi, M. Di Foggia, *"Revisione conservativa del modello ligneo del monumento funebre a Benedetto XIV di Pietro Bracci del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna"*, pp. 128-129.
[5] Il polimero risponde negativamente al contatto con la soluzione salina che pertanto non può essere aggiunta né durante il rigonfiamento né durante la gelificazione vera e propria. Anche disponendo di un gel ben formato basta l'apporto di appena lo 0,5% di cloruro di sodio in eccesso per causarne l'immediata e totale perdita di consistenza.
[6] Le misurazioni del grado di gloss sono state eseguite con un glossometro GM-026 della Digital Meters, calibrato prima dell'uso. Inizialmente erano previste anche misurazioni colorimetriche, rese purtroppo impossibili dall'inadeguatezza dello strumento in nostro possesso nei confronti delle particolari caratteristiche delle superfici metalliche.
[7] Tra le due tipologie utilizzate, quella della foglia d'alluminio da decorazione è stata scartata in partenza. Questa a causa del suo esiguo spessore risultava infatti di difficile manipolazione, tendendo ad accartocciarsi in maniera irregolare al primo contatto con le soluzioni gelificate. Questo di fatto non invalidava la reazione, ma rendeva il suo uso disagevole. Da qui in avanti ogni menzione all'alluminio va quindi intesa in riferimento all'alluminio in lamina ad uso alimentare.
[8] Alcuni esempi di reazioni indesiderate sono quelle verificatesi con il pirocatecolo, il pirogallolo e, in misura minore, con l'idrochinone, che in abbinamento al Klucel hanno avuto l'effetto di aumentarne enormemente la rigidità, causando la contemporanea espulsione del liquido supportato. Questo effetto è stato probabilmente causato dalla capacità di queste sostanze di rendere insolubile l'etere di cellulosa che costituisce il Klucel G.

BIBLIOGRAFIA

1. Barbera Veronica, Accorsi Graziella, Vanghi Lucia, Di Foggia Michele, *"Revisione conservativa del modello ligneo del monumento funebre a Benedetto XIV di Pietro Bracci del patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna"*, Tesi di Diploma, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A. 2016-2017, pp. 128-129
2. Brachert Thomas, *"La patina nel restauro"*, Nardini Editore, Firenze 1990
3. Charlot Gaston, *"Chimica analitica. Equilibri in soluzione"*, Piccinin, Padova 1956
4. Ghibaudi Elena, Regis Alberto, Roletto Ezio, *"Le reazioni redox: un pasticcio concettuale?"*, in *"Perspectives in Scienze"*, vol 5, MIT Press, Cambridge October 2015, pp. 14-24
5. Gmelin Leopold, *"Hand-book of Chemistry: Metals"*, in *"Works of the Cavendish Society"*, vol 6, Harrison & Sons, London 1852, p. 21
6. Palomar Teresa, Ramìrez Blanca, Garcìa Emma, Cano Emilio, *"A comparative study of cleaning methods for tarnished silver"*, in *"Journal of Cultural Heritage"*, vol 17, CRC, London 2014, pp. 323-328
7. Tanzi Lilli, Accorsi Graziella, Di Foggia Michele, *"Riduzione del degrado dell'argento in foglia: Studio delle metodologie e dei materiali di applicazione"*, Tesi di Laurea, Accademia di Belle Arti di Bologna, 2019

INDAGINI DIAGNOSTICHE E APPLICAZIONE MONITORATA DI TECNOLOGIE ECOSOSTENIBILI PER IL RESTAURO DELLA *FAMIGLIA RURALE*, SCULTURA IN GRANIGLIA CEMENTIZIA DEL 1932

Elena Damiani*, Alfredo Bonaccini, Irene Biadaioli***, Armandina Antobenedetto****, Rita Reale*****, Roberto Scalesse******

* Tecnico del Restauro, Storica dell'arte, Damiani Marmi s.r.l., Via Nisida 7, 04016, Sabaudia (LT), 3939792790, elenadamiani@damianimarmi.it
** Consulente materiali da restauro, Tecno Edile Toscana s.r.l., Via Monti Lepini 14, 04100, Latina, 0773241293, a.bonaccini@tecnoediletoscana.it
*** Funzionario Restauratore, Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Frosinone, Latina e Rieti, Via Pompeo Magno 2,00192, Roma, 063265961, irene.biadaioli@beniculturali.it
**** Architetto, libero professionista, Via Capograssa 553, 04100, Latina, 0773250091, arch.antobenedetto@gmail.com
***** Restauratrice, Via dei Monti Lepini 19, 00139, Roma, 3388535761, rita.reale@uniroma1.it
****** Restauratore, Direttore Tecnico, Via Mazzini 3, 04015, Priverno (LT), 0773902883, r.scalesse@erressegroup.it

Abstract

L'intervento di restauro non consiste solo nella messa in sicurezza e restituzione estetica di un bene culturale. Approcciarsi alla pratica conservativa significa svolgere un'operazione fortemente critica a livello scientifico, culturale e sociale, soprattutto quando si ha la possibilità, in una dinamica di libera impresa, di poter sperimentare nuove metodologie e tecniche.
È stato questo il caso del lavoro eseguito su una scultura in graniglia cementizia raffigurante la *Famiglia Rurale* della bonifica pontina, collocata a Latina, sulla facciata di uno degli edifici storici realizzati nel 1932 in occasione della fondazione della città.
Il gruppo scultoreo, caratterizzato da complesse problematiche di natura biologica e strutturale che ne mettevano a rischio l'incolumità, ha condotto alcune imprese locali, specializzate nel settore della progettazione e del restauro, a intervenire mediante sponsorizzazione tecnica, sotto l'alta sorveglianza della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Frosinone, Latina e Rieti.
La presenza di diverse professionalità nel gruppo di lavoro ha spinto a vedere questo cantiere come un'opportunità per acquisire, mediante l'approfondimento diagnostico, informazioni inedite sulla tecnica esecutiva e sui materiali costitutivi, fondamentali ai fini della progettazione personalizzata dell'intervento e per colmare - vista l'esiguità delle pubblicazioni a riguardo - le lacune archivistico-letterarie sulla coeva produzione artistica locale, di cui vengono qui esposti i dati più rilevanti.
Il progetto di restauro è stato inoltre delineato sulla base dei principi di ecosostenibilità e avanzamento tecnologico: questo ha comportato una fattiva collaborazione tra operatori e fornitori per la messa a punto di nuovi prodotti e per testare l'applicazione su graniglia cementizia di sostanze e materiali impiegati in altri settori conservativi.
L'unità dell'opera, compromessa dai processi di alterazione dell'armatura metallica interna, è stata ricostituita mediante un consolidamento strutturale, che ha previsto dapprima la "cucitura" delle fessurazioni con l'impiego di filamenti polimerici, di cui vengono qui esposte le particolari caratteristiche che le rendono preferibili alle tradizionali barre in fibra di vetro; quindi l'iniezione di malte premiscelate a base di calce idraulica (Ledan TA1 e TA3N), opportunamente additivate con sostanze in grado di inibire i processi degradativi dei ferri insiti nella scultura e non altrimenti trattabili.
L'azione passivante delle malte sul ferro è stata verificata mediante esecuzione di test di laboratorio, dove tondini ossidati rivestiti con *Ledan TA1 FER* e *Ledan Adranal* sono stati sottoposti a invecchiamento accelerato.
In fase di pulitura, la volontà di ridurre al minimo l'uso dell'acqua, insieme a quella di privilegiare sostanze atossiche e biodegradabili, ha indotto alla necessità di eseguire delle prove di pulitura che mettessero a confronto tradizione e innovazione nel settore dei biocidi e dei supportanti. I test, coadiuvati da misure colorimetriche, dimostrano l'ottima efficacia di un mix di olii essenziali (*Biotersus*) supportato da un film polivinilico. Durante il trattamento biocida è stato sperimentato anche l'uso dello psillio come gelificante della polpa di cellulosa per migliorare l'applicazione/rimozione dell'impacco e velocizzare i tempi di azione degli olii essenziali.
Nel testo sono esposti i risultati delle prove di laboratorio e sul campo, eseguite secondo normativa UNI; viene quindi ricordata l'importanza del monitoraggio diagnostico durante le varie fasi dell'intervento, come buona pratica per valutare, secondo criteri scientifici, eventuali variazioni progettuali in corso d'opera.

La *Famiglia Rurale*: breve introduzione storico-artistica e conservativa del bene.

La scultura in graniglia cementizia denominata *Famiglia Rurale*, attribuita allo scultore vicentino Egisto Caldana (Vicenza 1887 - 1961), fa parte di un gruppo di decorazioni presenti sulla sommità degli edifici prospicenti Piazza del Quadrato a Latina, i quali furono eseguiti con grande rapidità entro il 18 Dicembre 1932, in occasione dell'inaugurazione della città di fondazione.
Il complesso fu commissionato dall'*Opera Nazionale Combattenti* **[1],** come centro logistico e direzionale dell'ente incaricato di portare a compimento l'intervento di bonifica e colonizzazione della palude pontina; per tale ragione furono realizzati acroteri floreali, allegorie dell'abbondanza e due gruppi raffiguranti le famiglie coloniche, il tutto con un evidente fine propagandistico – l'esaltazione del lavoro agricolo e del processo di appoderamento promosso dal regima fascista – e secondo un preciso gioco di rimandi alla tradizione iconografica e stilistica italica, romana e paleocristiana.
Le fonti documentarie e fotografiche relative alla *Famiglia Rurale* sono rare e lacunose: ai fini dell'intervento, risulta rilevante la relazione finale ad accompagnamento dei computi di spesa redatta dal direttore dei lavori Ing. Carlo Savoia, il quale, in una nota, afferma: «Dato il carattere urbano dei fabbricati, si è ritenuto necessario l'impiego nei prospetti di qualche *sobria decorazione in pietra da taglio ed anche scultorea*» **[2]**.
Il concetto di "sobrietà" espresso nel testo non rimanda unicamente all'austera linearità delle forme, ma attesta soprattutto la consapevolezza della committenza nell'impiego della graniglia cementizia a imitazione dei marmi bianchi di epoca imperiale romana, come materiale più economico, reperibile e realizzabile in opera.
Riguardo alle vicende conservative, la *Famiglia Rurale* è ricordata tramite le testimonianze fotografiche e orali, anche a causa del graduale passaggio dell'edificio su cui insiste a proprietà privata, con relativa apposizione del vincolo statale sul bene solo nel 2005. Sulla base di queste poche informazioni, si può ipotizzare l'esecuzione di possibili manutenzioni immediatamente successive al periodo post-bellico, mentre è attestato un importante intervento di restauro (1995), durante il quale furono ricostruite intere parti lacunose e venne applicato uno scialbo con funzione protettiva delle superfici.
Dopo venticinque anni dall'ultimo intervento, il gruppo scultoreo in oggetto verteva in una condizione di grave degrado strutturale e biologico. Pertanto, un gruppo di imprese private locali, specializzate nel settore del restauro lapideo e architettonico, ha provveduto mediante sponsorizzazione tecnica alla progettazione dell'intervento conservativo, in collaborazione fattiva con la S.A.B.A.P. per le province di Frosinone, Latina e Rieti **[3]**. Oltre ad essere un momento di divulgazione scientifica diffusa, a favore di una maggior sensibilizzazione alla pratica del restauro con particolare attenzione alla fase diagnostica **[4]**, in ambito più propriamente tecnico il programma di lavoro è stato sviluppato sui principi fondamentali di *ecosostenibilità dei materiali e delle metodologie*, di i*nnovazione tecnologica* e di *vicinanza territoriale* delle aziende coinvolte nel pieno rispetto dei criteri ambientali minimi (C.A.M. Edilizia - D. M. 11 ottobre 2017).




Figure 1 e 2. La *Famiglia Rurale*, prima e dopo il restauro (foto G. Stoto).

Le indagini diagnostiche: premessa indispensabile alla progettazione personalizzata dell'intervento.

Preliminarmente, è stata eseguita una campagna diagnostica finalizzata a comprendere la natura e l'entità del degrado strutturale della *Famiglia Rurale*, quindi a ricercare la presenza della patina originale al di sotto degli attacchi biologici e degli scialbi moderni.
Oltre alla documentazione grafica e fotografica dello stato di conservazione del bene, con realizzazione di un rilievo 3D mediante tecnica fotogrammetrica, si è proceduto all'analisi del sistema portante e della gravità dei distacchi interni attraverso le indagini termografica e pacometrica, impiegate nel settore architettonico.
La termografia mostra singolarità e malfunzionamenti sulla base delle diverse temperature rilevate presso una medesima superficie. Nel nostro caso, sono state eseguite due campagne di rilevamento (con strumento *ThermaCAMTM P45*), entrambe poco prima del tramonto, momento di maggiore rilassamento termico. Dai risultati sono emerse con maggiore esattezza le ricostruzioni rispetto alle aree originali. Per quest'ultime si conferma che furono realizzate sul posto mediante un sistema di stampi monouso **[5]**, armati e riempiti con

pietrisco e laterizi (come si è potuto evincere dall'indagine endoscopica delle fratture), quindi rifiniti nei giunti e nei dettagli a mano libera. Infine, si è potuto attestare che le fessurazioni e le microfratture presenti sulla superficie corrispondevano a distacchi di varia entità, avvalorando l'ipotesi dell'ossidazione dei ferri d'armatura interni come principio del dissesto delle masse scultoree, poi confermata dall'indagine pacometrica.
L'uso del pacometro risulta ottimale per la redazione della mappa dei ferri d'armatura, nel caso in cui si abbia certezza che siano a massimo 15cm dalla superficie. Entro questa distanza la sonda poggiata su di essa produce un campo magnetico che sollecita temporaneamente gli elementi metallici intercettati, rileva la forza delle correnti parassite prodotte dal dissolvimento del campo indotto (le cosiddette *correnti di Foucault* o *Eddy current*) e rielabora tale informazione per definire la misura esatta del diametro della barra e la profondità del copriferro. Trattandosi qui di una superficie irregolare, la sonda (modello *Elcometer Protovale 331 standard*) è stata spostata parallelamente alla superficie, seguendo la traccia dei ferri rilevati con l'ausilio del segnale acustico prodotto dallo strumento. Dai valori rilevati è stato realizzato il modello 3D di uno scheletro composto da un'armatura principale con funzione strutturale e andamento prevalentemente verticale (barre da D. 22mm a D. 16mm); quindi da un'armatura secondaria, con funzione di sostegno e modellazione degli arti, sviluppata per lo più in senso orizzontale e diagonale (barre D. 8mm e D. 5,5mm), e collegata alla prima mediante cravatte metalliche realizzate presumibilmente in fil di ferro. Tale reticolazione è preponderante presso il bambino e l'uomo al centro, quest'ultimo asse portante del sistema di scarico dei pesi: non è un caso quindi se tali figure corrispondono alle aree con i più gravi dissesti e distacchi di malta.
Sulla superficie scultorea, dopo un preliminare sopralluogo con microscopio portatile, sono state selezionate le zone più idonee per il prelievo di due microcampioni di profondità (dim. <10mm), nel rispetto delle Raccomandazioni NORMAL 2/80 e 3/80 (campionatura e conservazione dei frammenti prelevati) **[6]**. I prelievi sono stati sottoposti alla preparazione di una *cross-section* e di una sezione sottile (spessore 30μm), finalizzate alle indagini mineralogico-petrografiche mediante microscopio ottico, alla sollecitazione ai raggi ultravioletti per la definizione di attacchi biocidi e interventi recenti e infine all'approfondimento della composizione chimica dei materiali con microscopio elettronico a scansione (SEM) abbinato a microsonda elettronica (EDS) **[7]**.
Dai risultati sono emerse alcune importanti informazioni, ovvero la sopravvivenza della patina originale, costituita da uno strato (sp. 2mm) più raffinato rispetto alla malta di profondità e caratterizzato da una maggiore carbonatazione della parte superficiale; la realizzazione artigianale della malta a imitazione della pietra, in quanto composta da una percentuale preponderante di calce idraulica come legante, additivata con una sabbia formata da frammenti di vulcaniti con granulometria variabile da siltoso grossolana ad arenacea media, caratterizzata da tracce di calcare non cotto (bottaccioli), tipica delle cotture non industriali; la possibile applicazione di silicato d'etile come trattamento effettuato in fase di realizzazione o come consolidamento precedente all'ultimo intervento di restauro, per la presenza irregolare, presso lo strato originale più superficiale, di aree a minore densità di peso atomico e ad alta percentuale di silicio.

Parte sperimentale: consolidamento strutturale ad azione passivante.

Come attestato dalla visione termografica e dall'indagine pacometrica, il degrado dell'armatura interna in ferro rappresenta il nucleo centrale del processo di alterazione strutturale nella *Famiglia Rurale*.
Sulla base dei dati acquisiti, si può così sintetizzare la concatenazione di eventi che hanno condotto il gruppo scultoreo al degrado dello scheletro metallico, in modo similare a ciò che avviene per i moderni calcestruzzi armati: in fase di realizzazione, gli elementi in ferro sono stati immersi nello stampo a fresco, composto da malta a base di calce idraulica, che, avendo un pH molto elevato (presumibilmente >12), ha svolto un'iniziale azione passivante nei confronti del fenomeno corrosivo; nel corso del tempo, la possibile presenza di cloruri nell'impasto artigianale, la formazione occasionale di microfratture per cause sismiche o assestamenti dovuti alla rigidità del basamento lapideo, e sicuramente l'assenza di protezione delle superfici dai fenomeni metereologici, hanno aumentato la porosità dei copriferri e favorito la carbonatazione degli stessi **[8]**, con conseguente riduzione del pH; i ferri, esposti ormai all'azione corrosiva di ossigeno e umidità, sono stati quindi sottoposti a un continuo processo elettrochimico di ossido-riduzione, secondo la nota formula $2Fe + 3H_2O \rightarrow Fe_2O_3 + 3H_2$, con aumento di volume delle parti alterate; le tensioni createsi hanno superato in più aree le resistenze meccaniche della malta, provocando visibili fessurazioni e distacchi (il cosiddetto *spalling*).
Essendo la maggior parte di tale armatura celata all'interno della graniglia cementizia, ci si è posti l'obiettivo di adattare tecniche e materiali impiegati nel settore ingegneristico per operare un "consolidamento strutturale", al fine di rendere le varie aree della scultura nuovamente solidali tra loro mediante malte riempitive dei vuoti, che potessero al contempo intervenire come inibitori di corrosione.
Dapprima è stata verificata la presenza di parti non ancora ossidate, attraverso la misurazione indiretta della resistenza elettrica con multimetro digitale **[9]**, sia delle barre scoperte – dopo preliminare pulitura e trattamento con sostanze ad azione chelante **[10]** – che di quelle raggiungibili mediante inserimento di sonde flessibili presso le fessurazioni maggiori. Premettendo che l'ossidazione almeno parziale dei ferri profondi non ha permesso di fornire valori quantitativi puntuali, dalle misure è emerso che tutti gli elementi metallici costituenti la struttura

interna del gruppo scultoreo risultano ben collegati tra loro e che questi sono a loro volta fortemente connessi con le balaustre laterali e l'armatura interna della facciata, così da garantire la sussistenza dell'ancoraggio tra l'elemento decorativo, ancora portante, e il suo contesto architettonico.
In ottemperanza ai principi di innovazione tecnologica e di massima compatibilità con i materiali originali, si è proceduto quindi a testare, con provini sottoposti a invecchiamento accelerato, l'applicabilità e l'azione passivante dei due prodotti *Ledan Adranal* e *Ledan TA1 FER* (Tecno Edile Toscana).
Ledan Adranal è un premiscelato traspirante a base di leganti idraulici, ardesia e pozzolana naturale, ed è stato selezionato per essere impiegato a pennello sui ferri esposti con funzione di passivante, ovvero di protettivo del ferro sia a livello chimico (pH fortemente basico) sia a livello fisico e meccanico (impermeabilizzante).
Il test, basato sulla norma UNI EN 15183 (prova di valutazione della protezione dalla corrosione), ha previsto la stesura di uno strato pari a 2mm circa di composto, costituito da 200gr di *Ledan Adranal* miscelato in 40ml di acqua **[11]**, su n.2 tondini in ferro (dim. 130mm x D. 20mm) con evidenti fenomeni ossidativi superficiali senza trattamento meccanico preventivo. Dopo essere stati sottoposti a maturazione (15 giorni a temperatura 21°C e U. R. >90%), un campione di controllo è stato immerso in acqua, l'altro in perossido di idrogeno a 130 volumi. Questa sostanza accelera il processo ossidativo, anche a basse concentrazioni, secondo la reazione $2Fe(s) + 3H_2O_2 \rightarrow Fe_2O_3(s) + 3H_2O$. Dopo 101 giorni in ambiente privo di luce, la malta è rimasta ben adesa alla superficie ossidata in entrambi i provini, che non hanno mostrato alcun segno di danneggiamento e nessuna forma di ossidazione.
Ledan TA1 nasce come malta premiscelata da iniezione per il consolidamento di murature e volte in prossimità di superfici dipinte e di strutture archeologiche. È composta da leganti idraulici ad alta resistenza meccanica (C30), da inerti impalpabili e da additivi ritentivi e aeranti. È possibile iniettarla senza preliminare bagnatura del supporto, riducendo così al minimo l'apporto di acqua all'interno della scultura. La versione *TA1 FER*, appositamente sviluppata per l'occasione, ha previsto l'aggiunta di additivi inorganici e polimeri in polvere, inibitori della corrosione, alcalinizzanti e passivanti a lungo termine sui ferri di armatura profondi.
Il meccanismo di azione è il seguente: la malta riempie le cavità presenti grazie alla sua elevata fluidità; la presenza di idrossido di calcio con pH >12,6 e di ossigeno libero presente nell'aria, inglobato spontaneamente in fase di miscelazione dell'impasto, favoriscono il formarsi di uno strato passivante, ovvero di una patina di ossido di ferro stabile, compatto e insolubile in ambiente basico, che rallenta il processo di dissoluzione degli ioni metallici (fase anodica) corresponsabili della formazione di ossidi di ferro idrati, fino a valori trascurabili; al contempo, i polimeri e le sostanze inorganiche additivate contribuiscono affinché la malta avvolga e si ancori tenacemente ai ferri di armatura ossidati, per costituire una barriera meccanica compatta, con ridotta permeabilità all'acqua e resistente alla migrazione di sali, così da evitare nel lungo termine lo scambio gassoso necessario per il progredire della reazione di ossido-riduzione.

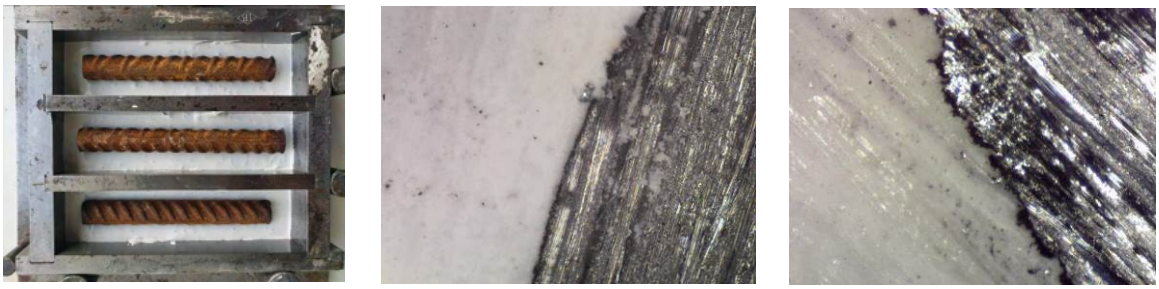
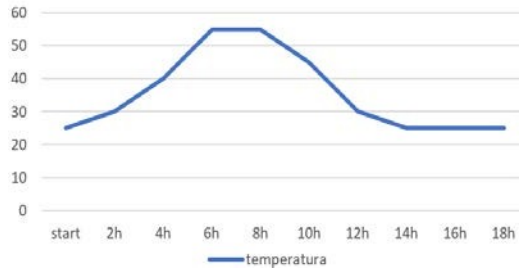


Figure 3, 4 e 5. Preparazione dei provini con barre in ferro immerse nel *Ledan TA1 FER* (a sinistra); dettagli al microscopio digitale della sezione del provino (ingrandimento 200x, al centro e a destra).

Per testare l'efficacia di questo prodotto sono stati preparati n.3 provini di dimensioni 40x40x160mm, secondo la norma UNI EN 12390-2 (confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza del calcestruzzo armato). Per ogni campione, un tondino in ferro ossidato e non trattato preventivamente (dim. 130mm x D. 20mm) è stato immerso nella malta *Ledan TA1 FER* (200gr di polvere su 85ml d'acqua). Dopo stagionatura (29 giorni), il primo provino è stato immerso in acqua; il secondo in perossido d'idrogeno 130 vol. in contenitore ermetico; il terzo è stato messo da parte come campione di controllo. Dopo 67 giorni in ambiente privo di luce nessuno dei provini ha mostrato alterazioni o fenomeni ossidativi. In particolare, dall'ispezione della sezione trasversale sottoposta a taglio si evince la compatta aderenza della malta presso le superfici trattate e la netta formazione dello strato passivante più scuro (sp. 220µm) sulla superficie ossidata della barra.
In un secondo momento, il campione di controllo è stato esposto a cinque cicli di riscaldamento/raffreddamento in macchinario a camera chiusa, senza ventilazione forzata, per il monitoraggio di possibili alterazioni fisiche del consolidante a seguito dell'esposizione diretta della statua all'irraggiamento solare, determinabili dalla differente dilatazione termica della malta rispetto al ferro **[12]**. Per simulare condizioni realistiche, l'aumento di temperatura è avvenuto con andamento "lineare" fino a 55°C in 6h, tenuti costanti per 2h al fine di garantire la

diffusione del calore, per poi concludersi con un graduale abbassamento nelle successive 6h. Il provino non ha mostrato fessurazioni o altre variazioni visivamente apprezzabili, confermando l'ipotesi sulla capacità della malta consolidante di accompagnare le variazioni dimensionali dei ferri di armatura, pur mantenendo la sua efficacia di strato di rivestimento nel tempo.



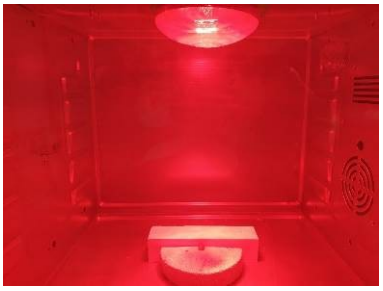


Figure 6 e 7. Variazione della temperatura durante un ciclo di irraggiamento IR (a sinistra) e il provino durante il test (a destra).

Si è quindi proceduto all'esecuzione fattiva del consolidamento strutturale. Per ripristinare in modo stabile la resistenza a trazione degli arti inferiori e delle aree fratturate, sono stati eseguiti preliminari interventi di rinforzo lungo le principali decoesioni mediante realizzazione di "cuciture", ovvero ancoraggi meccanici posti trasversalmente all'andamento della frattura, passanti per essa attraverso fori eseguiti con inclinazione a 45° rispetto alla lesione e con andamento dall'alto verso il basso (D. 6mm; lunghezza 20cm). Nei fori sono stati inseriti filamenti polimerici in fibra composita con andamento incrociato (distanza tra i fori: 15cm) e con ancoraggio a coda di rondine, per evitarne la possibile espulsione una volta bloccati con malta da ricostruzione. L'impiego di fili compositi per l'esecuzione di cuciture rappresenta un'innovazione nel settore nel restauro scultoreo. Essi sono elastici, durevoli, chimicamente inerti ovvero compatibili con i materiali originali e con l'ambiente e, soprattutto, mostrano un'ottima resistenza a trazione (fino a 140Kg per il filamento a D. 1,6mm). Per tali ragioni sono una garanzia per la ricostruzione ottimale del supporto, senza alcun impatto visivo, in quanto celati da stuccature ed inseriti nella maggior parte dei casi presso le reintegrazioni.
La complessa rete di fessurazioni è stata impiegata come "guida" per il sistema iniettante, così da evitare l'esecuzione di ulteriori fori sulle superfici integre della scultura. Le fratture presenti sulla statua sono state sigillate con malta da stuccatura fibrorinforzata e simulante la cromia e la granulometria delle aree circostanti (*Ledan Stuc Forte*), avendo l'accortezza di inserire, ogni 15cm, tubi iniettori a D. 6/8mm in PVC, rimossi alla fine delle operazioni di consolidamento. Il trattamento a iniezione con *Ledan TA1 FER* è avvenuto, dal basso verso l'alto, mediante l'uso di una pompa peristaltica a bassa pressione, in grado di far fluire in modo continuativo e omogeneo le sostanze immesse all'interno della scultura, garantendo così il riempimento totale di ogni cavità presente, senza formazione di bolle d'aria, inglobando fino a rifiuto anche le cuciture in fibra composita poste in precedenza per ricreare un sistema strutturale compatto.

Parte sperimentale: valutazione dell'efficacia degli olii essenziali supportati da materiali biodegradabili.

Le foto storiche, le indagini al microscopio digitale e la visione in fluorescenza UV dei microcampioni prelevati hanno mostrato come gli attacchi biologici abbiano svolto un ruolo primario nel degrado della *Famiglia Rurale*, trattenendo umidità nel substrato e alterandone la lettura estetica, così da rendere improrogabile un intervento biocida altamente efficace e duraturo.
Essendo questo un cantiere di restauro finalizzato all'impiego di prodotti ecocompatibili, si è deciso di optare per l'applicazione sperimentale di una miscela di olii essenziali, le cui percentuali e tempi di posa sono stati definiti mediante l'esecuzione di prove di pulitura, supportate dal monitoraggio dei dati colorimetrici secondo normativa UNI EN 15886 2010.
Per i test sono stati selezionati n.6 tasselli (di cui n.3 sulla schiena della figura femminile di dim. 110x110mm e n.3 sulla schiena della figura maschile di dim. 160x160mm), dove per ogni area sono state effettuate misurazioni colorimetriche in spazio colore CIE-L*a*b* 1976, prima e dopo l'esecuzione dei trattamenti **[13]**. Ivi sono stati confrontati i seguenti prodotti e metodologie:

Schiena figura femminile	**A**	Pulitura meccanica a secco con spazzole morbide
	B	*Biotersus* all'1,4% in acqua deionizzata (da ora solo *Biotersus* 1,4%) a spruzzo, supportato da uno strato di *Politect Soft* applicato a spatola (due applicazioni: 24 + 72 ore)
	C	*Biotersus* 1,4% a spruzzo, supportato da uno strato di *Politect Base* applicato a spatola (due applicazioni: 24 + 72 ore)
Schiena figura maschile	**D**	*Biotersus* 1,4% a spruzzo, supportato da carta giapponese e impacco a base di polpa di cellulosa e *Biotersus* 1,4%, il tutto sigillato da pellicola in PVC (due applicazioni: 8 giorni + 7 giorni)

	E	*Biotersus* 1,4% a spruzzo, supportato da uno strato di *Politect Base* applicato a spatola (tempo di applicazione: 72 ore) + *Biotersus* 1,4% a spruzzo, supportato da carta giapponese e impacco a base di polpa di cellulosa e *Biotersus* 1,4%, il tutto sigillato da pellicola in PVC (tempo di applicazione: 7 giorni)
	F	*Politect Bio Remover* a spatola (due applicazioni: 24 + 72 ore)



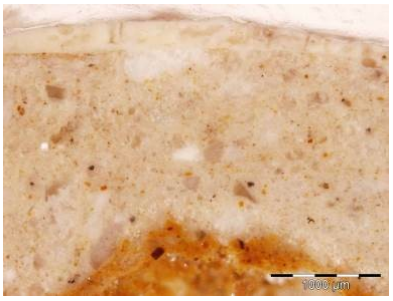
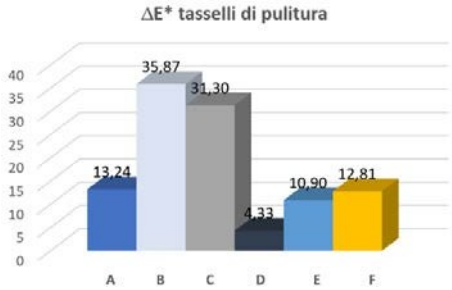
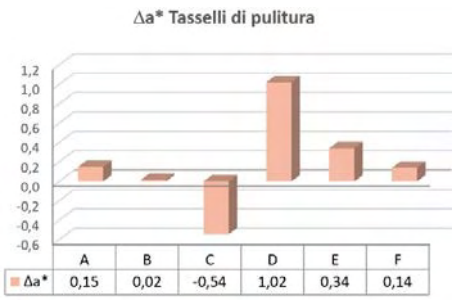


Figure 8, 9 e 10. Tasselli di pulitura dopo il trattamento (a sinistra e al centro); *cross section* di un microcampione (a destra).

Per *Biotersus* (Exentiae) si intende un complesso di olii essenziali a base di *Coridothymus capitatus* (composto attivo: carvacrolo; antimicotico e antibatterico Gram +; degrada la parete cellulare e della barriera citoplasmatica), *Cinnamomum zeylanicum* (composto attivo: aldeide cinnamica; antimicotico e antibatterico Gram -; altera la membrana cellulare), *Eugenia caryophyllus* (composto attivo: eugenolo; antibatterico Gram + e -; inibisce la replicazione cellulare), additivato con tensioattivi per favorire l'interazione con le cellule. Gli oli essenziali svolgono un'azione a lungo termine, in quanto le molecole caratterizzanti (chemotipi principali, in questo caso fenoli e aldeidi) interagiscono col nucleo protettivo delle cellule batteriche (membrana citoplasmatica), disturbando così i processi di sviluppo delle sostanze infestanti.
Politect è un polivinilalcool, materiale a base acquosa e idrosolubile che steso a pennello sulle superfici funge da supportante per le puliture a secco, in quanto ingloba le sostanze da trattare evitando l'evaporazione del solvente e allo stesso tempo ne regola l'assorbimento; inoltre svolge un'azione di pulitura meccanica controllata, poiché il gel, a contatto con l'aria, si trasforma in un film elastico con effetto *peeling*, in grado di rimuovere depositi coerenti e incoerenti senza alterare le superfici originali. La versione *Bio Remover* contiene benzalconio cloruro diluito al 5% nel supportante, il quale svolge un'immediata azione a largo spettro, ma più limitata nel tempo.
Dall'analisi autoptica, i risultati migliori sono stati ottenuti dai tasselli B, C, E, F. In particolare, i campioni E ed F hanno mostrato un'ottima capacità di rimozione delle sostanze biologiche nel rispetto della discromia naturale della patina, a svantaggio del risultato eccessivamente omogeneo nei campioni B e C, dovuto all'iniziale penetrazione del gel presso la superficie originale; ciò ha portato a scartare una doppia applicazione del *Politect* e in particolare della versione S*oft*, per la sua minore viscosità rispetto alla versione *Base*.
Il monitoraggio colorimetrico è tendenzialmente in linea con quanto osservato visivamente, anche se in tale sede si ritiene opportuno sottolineare che i dati quantitativi ottenuti con il solo colorimetro, vista la disomogeneità cromatica della superfici da trattare e l'impossibilità di eseguire misure ripetibili su uno stesso punto, obbligano a procedere con il calcolo di un valore medio, espressione non assoluta, bensì solo indicativa del fenomeno indagato.
Quindi, dopo aver acquisito una campionatura omogenea e rappresentativa, si è proceduto mediante media aritmetica al calcolo della variazione cromatica $\Delta E^* = \sqrt[2]{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$, che rappresenta la distanza tra i colori rilevati prima e dopo il trattamento, considerando la differenza di luminosità (ΔL*), la vicinanza al rosso/verde (Δa*) e al giallo/blu (Δb*), determinanti le coordinate nello spazio colorimetrico.





Come si evince dalle tabelle di sintesi, i tasselli A e D fungono da campioni di controllo, atti a dimostrare l'importanza della sinergia tra azione meccanica e biocida per ottenere un risultato estetico e conservativo

ottimale. Le prove B e C hanno confermato l'efficacia dell'impiego degli olii essenziali anche nell'applicazione a cicli brevi; il ΔE* decisamente più elevato rispetto ai tasselli E ed F, è dovuto al maggiore spessore della patina biologica presente sulla schiena della figura femminile. I campioni E ed F risultano similari nel ΔE^* e nell'aumento della luminosità ΔL^*.
La leggera discrepanza a favore del benzalconio cloruro si potrebbe almeno in parte spiegare nel valore più alto del Δa^* del tassello E, che evidenzia un maggiore aumento del colore rosso dopo il trattamento. Considerando che il campione F ha previsto solo applicazioni a secco, mentre il tassello E è stato bagnato e sottoposto a impacco per 7 giorni, risulta verosimile che in quest'ultimo siano riaffiorate tracce di ossidi di ferro in superficie per evaporazione dell'acqua; la loro presenza era già stata attestata in fase diagnostica con l'analisi della sezione trasversale, che li aveva rilevati come probabili inerti nell'impasto a circa 3mm di profondità dalla superficie.
Sulla base dell'analogia autoptica e della forte prossimità dei dati colorimetrici tra oli essenziali e benzalconio cloruro, in fase esecutiva è stato selezionato il metodo maggiormente biocompatibile, corrispondente alla prova E, avendo cura di aggiungere al *Biotersus* 1,4% una bassissima percentuale di soluzione satura di carbonato d'ammonio fino ad arrivare a un valore di pH finale pari a 7,3, per garantire la massima delicatezza sulla matrice calcarea della malta.
Per ovviare ai problemi di bassa ritenzione apportata dalla polpa di cellulosa, con conseguente colatura di liquidi e distacco del supportante che inducono a disomogeneità in fase di pulitura e riprecipitazione dei sali solubili sulle superfici, si è previsto che nell'impacco biocida fosse aggiunto lo psillio, polvere naturale estratta dalla cuticola dei semi della *Plantago ovata* **[14]**. Chimicamente si tratta di un polisaccaride avente una struttura densamente ramificata, con una catena principale di residui di *D-xilopiranosio*, che conferisce all'impasto proprietà filmogene e gelificanti. Questa mucillagine, a basso contenuto di glucosio, migliora vistosamente l'applicabilità del supportante e aumenta la ritenzione dei liquidi. Una volta essiccato, l'impasto risulta di facile rimozione senza l'ausilio di carta giapponese.
Il rapporto di applicazione in acqua della polpa di cellulosa e dello psillio è rispettivamente del 30% circa e del 2% in peso, come risultato dalle prove in laboratorio, con osservazione della diffusione del liquido su interfaccia porosa (precedentemente essiccata in forno a 50°C) e monitoraggio della variazione del peso dell'impacco in incubatrice con temperatura controllata a 30°C.
Per aumentare l'efficacia dell'impacco biocida, è stato dunque impiegato questo additivo dopo prova preliminare localizzata. Per 100gr di acqua deionizzata con l'aggiunta del 1,4% di *Biotersus*, sono stati miscelati 25gr di *Arbocel® BWW 40* (J. Rettenmaier & Söhne), polpa di carta più idonea per le fibre corte (lunghezza 200µ) che garantiscono la formazione di un impasto omogeneo, e 2gr di psillio in polvere (Zeolith-Bentonit-Versand). Per rendere il prodotto finale totalmente idratato e compatto, si è proceduto a miscelazione con mixer a immersione professionale.
I risultati della pulitura sono stati più che soddisfacenti, in quanto si è potuto recuperare la cromia originale della scultura in tutte le aree non già sottoposte a ricostruzione, aspetto inizialmente messo in discussione dallo stato di forte degrado. Una volta eseguite le stuccature e l'omogeneizzazione cromatica delle superfici non originali, è stato selezionato in corso d'opera un protettivo ad azione idrorepellente nel rispetto della Norma UNI 10921, per proteggere la malta e l'armatura metallica interna dall'aggressione nel lungo termine dei fenomeni meteorologici.
Siox 5RE10S (Siltea) è un prodotto basato sulla tecnologia sol-gel, ovvero si tratta di un gel di silice nanostrutturata e funzionalizzata con alcossidi di silicio responsabili dell'effetto idrofobo. Trattandosi di una sospensione di particelle in parte già polimerizzate in fase liquida (dove il veicolo è alcool isopropilico, che rende il prodotto non tossico), il gel mostra una scarsa penetrazione, soprattutto se applicato a spruzzo come in questo caso, e conclude gran parte dei legami covalenti con i gruppi ossidrili delle superfici lapidee entro 30 minuti dopo l'applicazione, riducendo ai minimi termini la possibilità di sottoprodotti dannosi. Il film protettivo solidifica completamente entro 72 ore e si presenta come uno strato con spessore 1µ, incolore e composto da silice amorfa stabilmente legata alle superfici. Il produttore dichiara, mediante prova dell'angolo di contatto e determinazione del grado di trasmissione dei liquidi, una bassa permeabilità all'acqua (classe W_3) e un'elevata traspirazione al vapore acqueo (classe V_1).
Nell'ottica di una manutenzione controllata, si prevede il monitoraggio periodico dell'attività di tale strato protettivo, con verifica della capacità di assorbimento mediante metodo della spugna di contatto (norma UNI 11432-2011), al fine di valutare l'efficacia del prodotto e la sua durata effettiva a lungo termine.

NOTE

[1] Sull'argomento cfr. *Fondo O.N.C. e Fondo Genio Civile – O.N.C.*, Archivio di Stato di Latina.
[2] Documento datato 1 Dicembre 1932, fald. *Piazza del Quadrato – materiale cartografico*, fondo archivistico Casa dell'Architettura, Via Rattazzi n. 1, Latina.
[3] Si ringrazia il dott. Marco D'Attanasio in qualità di funz. incaricato del MIBACT con regime di alta sorveglianza scientifica, insieme al funz. restauratore dott.ssa Irene Biadaioli che collabora a questo contributo.

[4] A tal proposito sono stati installati banner esplicativi presso il ponteggio, ed è stato attivato un diario di cantiere digitale, accessibile online (presso la pagina Facebook *@restaurofamigliarurale*).
[5] Durante il ventennio fascista per le decorazioni architettoniche si usava realizzare un modello in laboratorio, da cui venivano prodotte casseforme "a tasselli" con lo stampo della scultura in negativo da riprodurre in loco. Questo tipo di stampi era ideale per opere con ampi e complessi sottosquadri – come nel nostro caso – in quanto si prevedeva la realizzazione di un calco principale e centrale a cui venivano innestati elementi laterali più dettagliati e non altrimenti sformabili.
[6] Le analisi sono state eseguite dal laboratorio di diagnostica per i beni culturali Adamantio s.r.l. (già spin-off accademico dell'Università di Torino), che ha svolto e proposto i risultati delle indagini (Relazione n.46/2019).
[7] Strumenti impiegati *XVP-SEM ZEISS EVO 50*, microscopio ottico *Olympus BX-41*, con sistema illuminante a fibre ottiche *Optika Microscopes*, lampada UV *Olympus U-RFL-T - filter cube Olympus U-MWU (330-385 nm)*.
[8] Sulla carbonatazione nel processo di corrosione del ferro cfr. norme UNI 8981-1 e UNI 8981-5.
[9] Il metodo volt-amperometrico consiste nell'applicazione di una tensione di test V; la valutazione della corrente I fluisce nel circuito costituito dall'armatura portante in ferro (conduttiva) e mediante la legge di Ohm determina il valore di resistenza come $R=\Delta V/I$ (la resistenza delle sonde è stata eliminata a monte).
[10] Mediante uso di microsabbiatrice a secco e successivo impacco con polpa di cellulosa a base di sol. satura di sale di Rochelle in acqua deionizzata (tempo di applicazione: 24 ore).
[11] PH 7,55; conducibilità elettrica 875µS/cm a 20°C; cloro residuo 0,14mg/L. Tali valori valgono anche per i riferimenti successivi dove non espressamente indicato.
[12] Sorgente di illuminazione IR 250W al 50% di potenza (temperatura max sorgente 250°C); distanza dal campione 25cm; gestione temperatura mediante sonda PTC a quota provino opportunamente protetta e collegata a termostato digitale (ris. 0,1°C).
[13] Strumento impiegato: *Minolta ChromaMeter CR300-Minolta Data Processor DP-301* (illuminante D65); valori termoigrometrici rilevati: prima della prova 11°C, U.R. 64%; dopo la prova 14°C, U.R. 60%.
[14] Gli studi applicativi sullo psillio a seguire sono stati realizzati dalle dott.sse R. Reale e E. Dell'Aglio presso il Dipartimento di Chimica – Università La Sapienza di Roma.

BIBLIOGRAFIA

1. Ciammaruconi, C., *Tra estetica del potere ed esigenze identitarie. Iconografie, «scritture d'apparato» e «scritture esposte» fasciste nell'agro pontino*, in "Studi Storici", a. 50, n. 1, gennaio – marzo, 2009, pp. 15-56 (con relativa bibliografia precedente);
2. Niglio, O., *Tecnologie Diagnostiche per la Conservazione dei Beni Architettonici*, 2004, pp. 45-78;
3. Rocchi, L., *La pietra artificiale nell'architettura del "ventennio fascista". Conoscenza e sperimentazione per il restauro*, Tesi di dottorato in Tecnologia dell'architettura, Università degli Studi di Ferrara, 2009, pp. 11-90;
4. Cantisani, E., Fratini, F., Pecchioni, E., *Le malte antiche e moderne tra tradizione e innovazione*, 2008, pp. 56-61 e 151-153;
5. Laurenzi Tabasso, M., *Il consolidamento dei materiali porosi: sviluppo storico del concetto, prodotti usati nel passato, tendenze attuali*, in *Rendiconti dell'Accademia delle Scienze*, 2010, pp. 117-133;
6. Dang, V. H., Raoul, F., L'Hostis, V., Meinel, D., *Propagation of corrosion in pre-cracked carbonated reinforced mortar*, in "Material and Structures", n. 48, 2015, pp. 2575-2595;
7. L'Hostis, V., Millard, A., Perrin, S., Burger, E., Neff, D., Dillmann, P., *Modelling the corrosion-induced cracking of reinforced concrete structures exposed to the atmosphere*, in "Materials and Corrosion", Vol. 62, 10, 2011, pp. 943-947;
8. ACI, *222R-01: protection of metals in concrete against corrosion*, report, 2010;
9. Thurston, S. J., *Thermal stresses in concrete structures*, Department of Civil Engineering, University of Canterbury, Research Report No. 78/21;
10. Fidanza, M. R., Caneva, G., *Natural biocides for the conservation of stone cultural heritage: a review*, in "Journal of Cultural Heritage", n. 38, 2019, pp. 271-286;
11. Jeong, S. H., Lee, H. J., Kim, D. W., Chung, Y. J., *New biocide for eco-friendly biofilm removal on outdoor stone monuments*, in "International Biodeterioration and Biodegradation", n. 131, 2018, pp. 19-28;
12. Devreux, G., Santamaria, U., Morresi, F., Rodolfo, A., Barbabietola, N., Fratini, F., Reale, R., *Fitoconservazione. Trattamenti alternativi sulle opere in materiale lapideo nei Giardini Vaticani*, in *XIII Congresso Nazionale IGIIC – Lo Stato dell'Arte* (Venaria Reale), 2015, pp. 199-206;
13. Vella, S., Bortolussi, C., Zanardi, B., *The eternal youth of Capalbio's Monsters: a planned preventive conservation project*, in *The Conservation of Sculpture Parks*, 2018, pp. 84-97;
14. Gherardi, F., Gulotta, D., Goidanich, S., Colombo, A., Toniolo, L., *On-site monitoring of the performance of innovative treatments for marble conservation in architectural heritage*, in "Heritage Science" 5, n. 4, 2017, pp. 1-15 (studio realizzato nell'ambito del progetto europeo *Nano-Cathedral*).

FOTOCATALIZZATORI FISSATI MEDIANTE LE FINITURE TRADIZIONALI DEL MARMORINO: UNA STRATEGIA ECOLOGICA TRA CHIMICA E RESTAURO, PER RENDERE PIÙ PULITE LE NOSTRE CITTÀ

Federica Menegazzo*, Michela Signoretto*, Danny Zanardo*, Luca Scappin**

* CatMat Lab, Dipartimento di Scienze Molecolari e Nanosistemi, Università Ca' Foscari Venezia, Via Torino 155, 30172 Venezia Mestre, +39 041 2348552, federica.menegazzo@unive.it; michela.signoretto@unive.it; danny.zanardo@unive.it
** Università IUAV di Venezia, Venezia, +39 333 82457503, scappin@iuav.it

Abstract

Nella tradizione costruttiva veneziana del rivestimento ad intonaco in marmorino è noto che le finiture superficiali erano basate su particolari lavorazioni di pressatura e lamatura e sulla stesura di additivi di protezione organici (sapone, cera, olio di lino) in modo da rendere le superfici molto resistenti alle aggressioni ambientali. Negli interventi di restauro sulle facciate dell'edilizia storica, nei casi in cui si eseguono integrazioni di marmorini esistenti o rifacimenti estesi, è possibile operare con quelle sostanze protettive, in particolare calce e sapone, che riprendono le tecniche del passato e offrono durabilità simili a quelle antiche. Questa possibilità di lavorare con sostanze protettive fissate in superficie ha offerto l'occasione di sperimentare l'aggiunta di prodotti eco-compatibili e incolori che forniscano anche un miglioramento delle condizioni ambientali. Infatti, sono stati eseguiti una serie di campioni utilizzando materiali nanostrutturati multifunzionali che possono degradare i principali inquinanti ambientali organici e inorganici (NO_x, VOC) mediante fotocatalisi, oltre a ridurre gli attacchi batterici e conferire proprietà autopulenti. Sfruttando le caratteristiche leganti della calce e del sapone impiegati per rinforzare i marmorini preesistenti, allo stato secco, o i marmorini di nuova esecuzione, con stesure superficiali a fresco, si sono studiati gli effetti di due fotocatalizzatori basati sul biossido di titanio e sull'ossido di zinco, entrambi considerati in una versione commerciale e in una versione sintetizzata in laboratorio. Per simulare il degrado superficiale è stato impiegato il blu di metilene come modello di inquinante organico in modo da valutare le proprietà fotocatalitiche dei materiali mediante analisi colorimetriche; inoltre sono stati caratterizzati i materiali con altre tecniche di laboratorio: diffrazione ai raggi X (XRD), fisisorbimento di azoto, microscopia elettronica a scansione (SEM) accoppiata ad analisi EDX (Energy Dispersive X ray). I migliori risultati sono stati ottenuti con il biossido di titanio commerciale e l'ossido di zinco sintetizzato in laboratorio applicati sfruttando la capacità legante del sapone. I risultati sono soddisfacenti e aprono un settore innovativo nel campo del restauro che trova nella chimica un supporto verso la biocompatibilità dei materiali impiegati anche per ridurre l'inquinamento presente nell'aria, oltre a ridurre gli attacchi batterici e conferire proprietà autopulenti.

Introduzione

L'intonaco a marmorino è un tipico rivestimento murario della tradizione veneziana, utilizzato sia negli ambienti interni che sulle superfici esterne degli edifici. Ciò che lo distingue dai tipi di intonaco più diffusi, quelli in sabbia, è l'impiego dell'aggregato lapideo carbonatico in granulometria variabile da scaglia a polvere, una particolare compattazione e una lavorazione superficiale tesa a simulare una superficie marmorea lucidata. Storicamente, la presenza dell'intonaco con aggregato lapideo risale al tempo dell'antica Roma: Vitruvio, nel I° secolo a.C. ne dà testimonianza nel suo famoso trattato *De Architectura* quando descrive i materiali utilizzati all'epoca per l'edilizia. Nel corso del Rinascimento, con la riscoperta della cultura classica, si recupera la tecnica antica e a partire dal XVI secolo nella città lagunare si inizia ad utilizzare questo tipo di intonaco con una riduzione degli spessori e diverse combinazioni con strati di fondo di altri aggregati, come il cocciopesto e la sabbia, in modo da ottenere intonaci sia in monoaggregato sia con sovrapposizione di marmorino su strato di cocciopesto e/o su strato di sabbia. **[1-3]** La tradizione del marmorino veneziano si diffonde nel corso del XVII e XVIII secolo specialmente in area veneta e la tecnica esecutiva si mantiene nel tempo sostanzialmente identica.
La formulazione del marmorino tradizionale in calce viene utilizzata anche oggi impiegando le stesse modalità di esecuzione e protezione. Come i più comuni intonaci, viene applicato sulla muratura in diversi strati via via più sottili. Al di sopra dello strato di fondo, detto *rinzaffo* generalmente di impasto più magro con proporzione di volume di 1/3 tra grassello di calce e aggregato, sono solitamente applicati almeno due strati di marmorino, composto di grassello di calce e di due differenti granulometrie di aggregato carbonatico, in proporzione 1/1/2: la parte grossolana utilizzata ha granuli di dimensioni comprese tra 1 e 3 mm, mentre la parte fine è composta da granuli inferiori al mm, detto *spolverone*, e può essere aggiunta una parte ancora più fine con diametro inferiore a 0.07 mm chiamata *impalpabile di marmo*. La stesura degli strati come in tutti gli intonaci realizzati prima del XIX secolo, avveniva in successione di strato a *fresco su fresco*, cioè quando lo strato sottostante è ancora in fase di presa. Successivamente viene applicato un ultimo strato più sottile, di ca.1 mm, mescolando calce e polvere di

marmo in proporzione 1/2. Quest'ultimo strato viene pressato maggiormente in modo da ottenere una superficie più liscia ed omogenea e costituisce lo strato su cui sono applicati i materiali di protezione che conferiscono proprietà idrorepellenti oltre ad un aspetto estetico di riflessione della luce. Quest'ultima stesura può essere fatta sia *a fresco*, sia successivamente a secco, a seconda dei risultati che si vogliono ottenere.
Le materie di finitura e protezione utilizzate tradizionalmente nella cultura costruttiva veneziana sono a base di oli vegetali, cere o saponi naturali, che determinano un effetto opaco o lucido della superficie in relazione sia al materiale sia all'impiego della lavorazione di lucidatura a ferro detta lamatura. Queste tecniche di finitura aumentano l'idrofobicità della superficie, riducendo in tal modo l'attivazione di fenomeni di degrado. Le specifiche tecniche di finitura di questo tipo di intonaco, impiegato sia sulle superfici interne che esterne di edilizia storica o di nuova costruzione, ha permesso di associare alcuni materiali che possono migliorare le proprietà del rivestimento e allo stesso tempo la qualità dell'aria circostante.
La crescente presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera e le sempre più critiche condizioni metereologiche inducono un preoccupante aumento dei fenomeni di degrado dei beni architettonici, che ha fatto accrescere l'interesse per lo studio e lo sviluppo di materiali che siano in grado di combattere e proteggere il patrimonio architettonico-culturale anche da queste tipologie di attacchi. Gli inquinanti atmosferici sono sostanze prodotte principalmente da cause antropiche. Essi possono essere classificati in due categorie: gli inquinanti primari, come il monossido di carbonio (CO), non subiscono modifiche una volta rilasciati nell'ambiente, mentre quelli secondari, più dannosi, sono sottoprodotti di reazioni chimico-fisiche che avvengono nell'ambiente stesso. Tra tutti, particolarmente dannose sono le catene di reazioni che portano a processi di ossidazione che coinvolgono gli ossidi di azoto (NO_x), come l'ossidazione del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO_2) e la conseguente produzione di ozono (O_3) **[4]**. L'insieme dei prodotti di queste reazioni porta ad un particolare tipo di inquinamento dell'aria, che viene descritto con il termine di *smog fotochimico*. Infatti, gli NO_x, insieme ai composti organici volatili (VOC) presenti nell'atmosfera, portano ad un complesso sistema di reazioni fotochimiche, causate dall'interazione con i raggi ultravioletti della luce solare. Gli inquinanti atmosferici e i loro derivati, oltre a ledere la salute dell'uomo e dell'ambiente, possono anche provocare fenomeni di degrado superficiale, danneggiando spesso irreparabilmente edifici e monumenti di interesse storico, artistico e culturale. Le opere architettoniche e statuarie, spesso esposte all'esterno, sono le prime a subire le conseguenze di tali processi di degrado e pertanto devono essere particolarmente salvaguardate e protette. **[5].** È importante ricordare che difficilmente un fenomeno di degrado superficiale è dovuto ad un'unica causa (chimica, fisica o biologica), ma è la combinazione di esse che può ledere l'opera. La presenza di croste, macchie, pellicole, alterazioni cromatiche e patine biologiche sono solo alcune delle forme in cui il degrado superficiale si presenta. La presenza di un ambiente inquinato e di queste tipologie di degrado possono provocare diversi effetti secondari, come degrado di tipo strutturale del materiale, forme di decoesione, fessurazioni, smagliature, corrosione e alveolizzazione **[6]**.
La ricerca e il progresso scientifico hanno sviluppato varie metodologie per combattere questi tipi di degrado. Tra esse la fotocatalisi eterogenea appare una via promettente per abbattere gli inquinanti atmosferici che causano le forme di degrado appena descritte, utilizzando inoltre una fonte energetica pulita ed ecosostenibile, come la radiazione solare. Tipicamente un fotocatalizzatore è un semiconduttore, ovvero un materiale dotato di certe proprietà elettriche. Secondo la teoria delle bande vengono definiti due insiemi di orbitali molto ravvicinati in energia: la banda di valenza (VB), che in condizioni di equilibrio presenta orbitali molecolari pieni di elettroni e la banda di conduzione (CB), che invece è costituita da orbitali vuoti. I materiali possono essere classificati in base alla differenza energetica tra le due bande, che è definita come *band gap*. In un materiale semiconduttore, l'ampiezza energetica del *band gap* è compresa tra 1 e 6 eV. Poiché la distanza è relativamente piccola, un gran numero di elettroni può essere eccitato e passare dalla banda di valenza a quella di conduzione. È infatti possibile eccitare un elettrone facendovi incidere un fotone e, se l'energia incidente è uguale o maggiore al *band gap* tra la banda di valenza e quella di conduzione, l'elettrone può essere promosso, assorbendo l'energia del fotone, e passare da una banda all'altra. Questo provoca la formazione di una buca elettronica sulla banda di valenza e la presenza di elettroni a maggior energia su quella di conduzione. Queste cariche (elettroni e buche) possono andare incontro a due fenomeni distinti: o la ricombinazione, in cui l'elettrone eccitato decade perdendo l'energia come luce o calore, oppure dare una reazione chimica. In quest'ultimo caso, è necessario che siano presenti due tipi di specie chimiche diverse, interagenti con la superficie del semiconduttore: un accettore di elettroni, caratterizzato da un'energia più bassa della banda di conduzione, dove staziona l'elettrone eccitato e un donatore di elettroni, con un'energia più alta della banda di valenza, nella quale è presente la buca elettronica. Quando il processo è condotto in presenza di aria od ossigeno, le prime specie chimiche a formarsi sono i ROS (*Reactive Oxygen Species*), quali ad esempio lo ione superossido (O^{2-}), il perossido di idrogeno (H_2O_2) o il radicale ossidrile (HO•). Tali specie sono altamente reattive e possono quindi attaccare altri componenti, come ad esempio gli inquinanti, i coloranti organici o altri composti non desiderati che sono presenti nell'ambiente, convertendoli in sostanze più innocue come anidride carbonica (CO_2), acqua e ioni inorganici.
sistono diversi materiali utilizzabili come fotocatalizzatori: il più studiato in assoluto è il biossido di titanio (TiO_2), ma anche altri materiali come ossido di zinco (ZnO), triossido di tungsteno (WO_3) o ossido di gallio (Ga_2O_3) possono risultare interessanti **[7]**.

TiO_2 è il materiale fotocatalitico che ha sicuramente riscosso più interesse, in quanto possiede importanti caratteristiche quali ottima stabilità chimica e fotochimica a lungo termine, bassa tossicità, facile reperibilità in natura e basso costo. Esso viene impiegato come fotocatalizzatore, principalmente nella forma cristallina dell'anatasio, in quanto è più attivo nella fotocatalisi rispetto alle altre forme **[8]**. Esso possiede un *band gap* di 3.2 eV, e può essere eccitato da radiazioni elettromagnetiche con lunghezze d'onda inferiori ai 388 nm (UVA).
ZnO è un materiale semiconduttore, che presenta un *band gap* energetico di 3.3 eV, ha elevata stabilità meccanica, basso costo e bassa tossicità **[9]**. L'ossido di zinco ha inoltre proprietà antibatteriche: esso, infatti, riesce a danneggiare la parete cellulare esterna dei microorganismi **[10]**. Queste funzionalità potrebbero risultare molto interessanti in un'applicazione nell'ambito dell'edilizia e della conservazione.
Utilizzando questi materiali è inoltre possibile abbattere i principali inquinanti atmosferici, tramite i processi della fotocatalisi eterogenea. Un esempio è l'abbattimento degli NOx, convertiti a nitrati o nitriti inorganici **[11]**:
$NO + OH^* \rightarrow NO_2 + H^+$ e $NO_2 + OH^* \rightarrow NO_3^- + H^+$.
Per quanto riguarda i VOC la reazione di abbattimento li converte invece in sostanze meno tossiche o di più facile smaltimento quali H_2O e CO_2 **[12]**. Studi precedenti hanno inoltre dimostrato che, applicando i materiali fotocatalitici come rivestimento superficiale di materiali lapidei, è possibile conferire al materiale protezione e rimuovere le patine di degrado anche tramite processi di *self-cleaning* **[13]**.
Lo scopo di questo lavoro è dunque quello di conferire al marmorino tradizionale, preparato in collaborazione con la ditta Uni.S.Ve. (Unione Stuccatori Veneziani), proprietà di *self cleaning*, abbattimento di inquinanti atmosferici e miglioramento delle proprietà antibatteriche, tramite l'utilizzo di materiali fotocatalitici multifunzionali. In particolare, verrà valutata sia la possibilità di introdurre il materiale fotocatalitico all'interno dell'impasto dell'ultimo strato di marmorino, sia quella di utilizzarlo nel rivestimento superficiale, analizzando due tra le principali tecniche di finitura usate tradizionalmente nella cultura veneziana, quali il sapone e l'acqua di calce. L'intento è quello di combinare la tradizione veneziana con l'innovazione della ricerca sui materiali nanostrutturati.

Parte sperimentale

Preparazione dei fotocatalizzatori

Sono stati sintetizzati con la tecnica di precipitazione due fotocatalizzatori, uno a base di TiO_2 (Ti-LAB) e l'altro a base di ZnO (Zn-LAB). Per sintetizzare Ti-LAB sono stati utilizzati una soluzione acquosa di $TiOSO_4$ e NH_3 9M per mantenere il pH =5. Per sintetizzare Zn-LAB sono stati utilizzati una soluzione acquosa di $Zn(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$ e una soluzione di Na_2CO_3 1M per mantenere il pH=9. Dopo invecchiamento alla temperatura di ebollizione per 20 ore e filtrazione, i precipitati ottenuti sono stati lavati, essiccati per 18 ore a 110 °C e infine calcinati a 400 °C in flusso d'aria per 4 ore. Due campioni commerciali, TiO_2 P25 della ditta Evonik (Ti-COM) e ZnO commercializzato dalla ditta Carlo Erba (Zn-COM) sono stati studiati per confronto.

La preparazione del marmorino veneziano con fotocatalizzatori all'interno dell'impasto

Per valutare l'attività dei materiali fotocatalitici si è innanzitutto deciso di inserirli all'interno dell'impasto del tradizionale marmorino veneziano, preparato in collaborazione con la ditta Uni.S.Ve. Il rivestimento a marmorino è stato applicato su alcune mattonelle in cotto, per simulare lo spessore murario, ma allo stesso tempo rendere i campioni di facile trasporto e movimento. Innanzitutto, si sono bagnate con acqua le mattonelle, azione importante perché il materiale faccia presa sul supporto e non si distacchi o crepi. Successivamente si sono applicati il *rinzaffo*, a base di sabbia grossa e grassello di calce (in rapporto 1/3) e i due strati di marmorino composti da grassello di calce ($Ca(OH)_2$), polvere di marmo ($CaCO_3$) e impalpabile di marmo ($CaCO_3$), in proporzione 1/1/2. Tra un'applicazione e la successiva si è atteso che facesse presa. Prima di applicare il terzo e ultimo strato di marmorino si sono prelevate cinque aliquote da 20 g di impasto; quattro di esse sono state impastate con 4 g di materiale fotocatalitico e applicate sulla mattonella, quindi in rapporto di 20% in peso. La quinta aliquota è stata invece impastata con 4 g di impalpabile di marmo e stesa come le precedenti.
Le mattonelle sono state lasciate riposare e asciugare a temperatura ambiente per circa 20 giorni, durante i quali si è sviluppato parte del processo di carbonatazione. Le mattonelle sono state denominate MTi-LAB, MTi-COM, MZn-LAB e MZn-COM a seconda del fotocatalizzatore inserito nell'impasto del marmorino (M). Sulle mattonelle sono state fatte tre stesure differenti: una con il fotocatalizzatore da solo, una di fotocatalizzatore e acqua di calce, e una con fotocatalizzatore e sapone. Tutte le tipologie di rivestimento sono state applicate a pennello e lasciate asciugare per almeno 18 ore.

Le tecniche di caratterizzazione dei materiali

La tecnica della diffrazione a raggi X è stata utilizzata per determinare le fasi cristalline, la cristallinità e la dimensione dei cristalliti presenti nel campione. Per le analisi si è utilizzato un diffrattometro automatico Philips PW 1829/00, dotato di monocromatore sul raggio diffratto (radiazione $CuK\alpha_{1,2}$) ed operante a 40kV e 30mA.
Il fisisorbimento di N_2 a -196°C è stato utilizzato per determinare l'aria superficiale e la dimensione del diametro medio dei pori. È stato utilizzato un analizzatore automatico Micromeritics TriStar II Plus. Il campione (300 mg circa) è stato preventivamente essiccato a 110 °C e pretrattato in vuoto a 200 °C per 2 ore.

Le analisi di microscopia elettronica a scansione accoppiata alla tecnica EDX sono state eseguite con uno strumento FEG LEO 1525 ZEISS, con detector *inlense* per gli elettroni secondari.
Il pH dei composti solidi è stato determinato seguendo la procedura ASTM, misurando l'acidità della loro soluzione di lavaggio utilizzando un pH-metro 691 della Metrohm.
I test fotocatalitici
Si sono eseguite delle prove preliminari su piastra di Petri, che possono essere descritte in tre passaggi: la formazione del film sottile, l'applicazione del colorante e l'esposizione alla radiazione luminosa.
Per preparare il film sottile, il fotocatalizzatore (100 mg) viene disperso con alcool isopropilico o etilene e la soluzione inserita in un bagno ad ultrasuoni e poi gocciolata in una piastra di Petri, posta su piastra riscaldata a 150 °C, per far evaporare il solvente e poi in forno a 100 °C per 1 ora.
Si sono inoltre eseguite delle prove formando dei film sottili come appena descritto, ma mescolando il fotocatalizzatore a due delle più comuni tecniche di finitura del tradizionale marmorino naturale veneziano, la tecnica di rivestimento ad acqua di calce e quella a sapone. Nel primo caso i materiali fotocatalitici sono stati dispersi in 5 mL di acqua di calce (concentrazione $Ca(OH)_2$ = 54.4 mg/L), nel secondo invece 100 mg di sapone naturale di Aleppo sono stati solubilizzati insieme ai 100 mg di fotocatalizzatore in 5 mL H_2O deionizzata. Una volta pronto il film sottile di fotocatalizzatore, si è gocciolato 1 mL di colorante organico (blu di metilene) sulla piastra di Petri, sempre posta su una piastra riscaldante a T = 50 °C. La piastra di Petri così preparata è quindi stata messa ad essiccare in forno a 50 °C per 30 minuti e poi posta sotto una sorgente luminosa di luce visibile per 4 ore. Durante l'esposizione si sono fatte delle fotografie ogni ora per valutare, a livello preliminare, il degrado del colorante. È stato eseguito un test analogo anche su un film sottile di allumina, un materiale che non ha proprietà fotocatalitiche ed è pertanto stato utilizzato quale "bianco". Per riprodurre il degrado superficiale i dischi di Petri sono inoltre stati sporcati con diverse tipologie di materiali: caffè, aceto, ketchup, tè, olio, Aperol, matita, bomboletta spray di colore nero, inchiostro blu, evidenziatore arancione, evidenziatore giallo, inchiostro rosso, sangue, vino, pennarello blu e penna nera.
Una volta effettuate le prove preliminari su piastra di Petri, si sono utilizzate le mattonelle di marmorino addizionate dei materiali fotocatalitici all'interno dell'impasto e/o abbinate alla finitura. Ognuno di questi campioni è stato ricoperto con il colorante (0.19 g/L; 7 mL/1000 cm^2) ed esposto alla radiazione luminosa per 4 ore. Le analisi colorimetriche e spettrofotometriche sono state eseguite ogni 30 minuti utilizzando il colorimetro Konica-Minolta modello 2600-d con illuminante standard D65 (T di colore di 6504 K) Area di misura: diametro = 5 mm (modello SAV) Modalità SCE.

Risultati e discussione
I fotocatalizzatori: caratterizzazioni e test preliminari su piastra di Petri
I fotocatalizzatori sintetizzati in laboratorio a base di TiO_2 e ZnO (Ti-LAB e Zn-LAB) sono stati confrontati con i rispettivi prodotti commerciali (Ti-COM e Zn-COM). I materiali sono stati analizzati al fine di investigare struttura, morfologia e composizione. L'analisi di diffrazione a raggi X (XRD) consente di ottenere informazioni in merito alle fasi cristalline presenti ed alle dimensioni dei cristalliti (piccoli cristalli primari componenti il materiale). Dal confronto delle analisi XRD del campione Ti-LAB e Ti-COM, si può evidenziare in entrambi la fase cristallina anatasio (A) (Figura 1, sezione a). Tuttavia, i picchi di ampiezza maggiore nel campione Ti-LAB, indicano cristalliti più piccoli, della dimensione di circa 9 nm rispetto ai 20 nm del campione Ti-COM. Quest'ultimo è composto da una miscela di due fasi cristalline presentando, oltre all'anatasio, anche il rutilo (R). Per quanto riguarda i campioni a base di ossido di zinco, si può osservare (Figura 1, sezione b) che sia il campione *lab-made* (Zn-LAB), che quello di origine commerciale (Zn-COM), mostrano il profilo di diffrazione caratteristico della fase cristallina zincite ma che i picchi del campione Zn-LAB sono di ampiezza maggiore, indice della minore dimensione dei cristalliti del materiale, rispettivamente di 15 nm e 158 nm. Le analisi di fisisorbimento di azoto permettono di ottenere informazioni sula porosità del materiale, in particolare l'area superficiale (superficie interna dei pori), dimensioni e forma dei pori stessi. Interessante osservare che i fenomeni catalitici avvengono sulla superficie del materiale, rivestendo dunque quest'ultima una notevole importanza nei fenomeni di catalisi eterogenea. Dalle isoterme di adsorbimento-desorbimento di azoto (Figura 1, sezione c), si può osservare la presenza di un loop, denominato isteresi, in tutti i campioni fuorché Zn-COM: questo è indice della presenza, in tali campioni, di mesopori, cioè cavità con dimensioni comprese fra 2 e 50 nm. Inoltre, l'isteresi si chiude a valori di pressione relativa pari a 1, indicando che sono presenti cavità di dimensioni maggiori, sebbene non quantificabili con questa tecnica di analisi. I valori dell'area superficiale sono molto diversi nei vari campioni, risultando maggiori nel caso dei campioni a base di TiO_2 (120 vs 52 m^2/g per Ti-LAB e Ti-COM, rispettivamente), rispetto a ZnO (42 m^2/g vs 5 m^2/g per Zn-LAB e Zn-COM, rispettivamente). Ciò indica che sia la scelta del materiale che la tecnica preparativa adottata, influenzano notevolmente questo parametro.

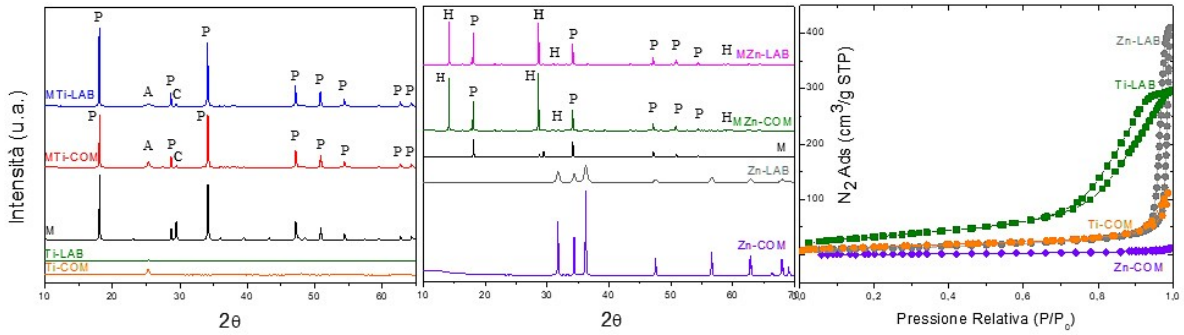


Figura 1: Spettri XRD dei campioni a base di biossido di titanio (sezione a) e di ossido di zinco (sezione b); isoterme di fisisorbimento dei fotocatalizzatori (sezione c).

Per verificare l'attività fotocatalitica dei diversi campioni sono state effettuate una serie di prove preliminari su piastra di Petri. Si è concentrato lo studio sul blu di metilene, usato come molecola modello, che oltre ad avere un adeguato *range* di assorbimento, che è risultato chimicamente stabile all'irraggiamento in assenza di fotocatalizzatore (test su allumina, un materiale non fotocatalitico). Sui fotocatalizzatori applicati come film sottili su piastre di Petri ed esposte alla radiazione visible, sono state fatte delle fotografie ad intervalli di 60 minuti. Tutti e quattro i campioni sono risultati fotoattivi, in quanto in tutti e quattro i casi è possibile osservare il degrado del colorante. In Figura 2 (sezione a) è riportato come esempio il campione Ti-COM. Si è proceduto con lo studio della combinazione dei film di fotocatalizzatore con le due tecniche di finitura del tradizionale marmorino naturale veneziano, per valutare se essi vadano a inficiare o meno le proprietà e l'attività dei materiali fotocatalitici in esame. Il colorante posto sui campioni con finitura ad acqua di calce si è degradato poco durante l'esposizione (Figura 2, sezione b), indice che l'acqua di calce sembra apportare modifiche rilevabili sull'attività dei fotocatalizzatori. I campioni con finitura a sapone invece hanno dimostrato di incrementare l'attività dei fotocatalizzatori, accelerando il processo di degrado del colorante durante l'esposizione (Figura 2, sezione c).

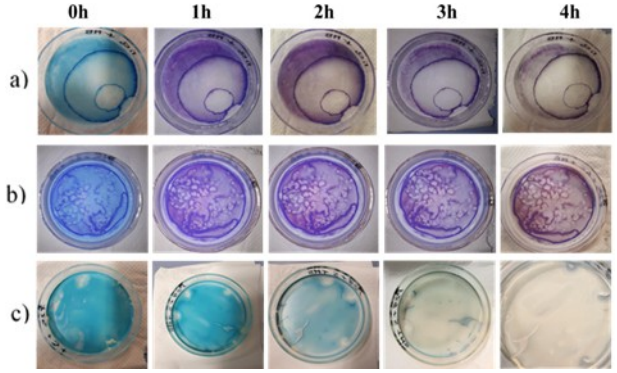


Figura 2: Test fotocatalitici preliminari su piastre di Petri prima e durante le quattro ore di esposizione rispettivamente con Ti-COM (sezione a), Ti-COM e acqua di calce (sezione b), Ti-COM e sapone (sezione c)

La caratterizzazione dei campioni di marmorino con fotocatalizzatori nell'impasto

Dopo aver effettuato le prove preliminari su piastra di Petri, si è proceduto con l'introduzione dei materiali fotocatalitici nell'impasto del tradizionale marmorino naturale veneziano, preparato in collaborazione con la ditta Uni.S.Ve. Innanzitutto, sono state eseguite delle analisi per valutare la struttura e la morfologia dei fotocatalizzatori inseriti nell'impasto del marmorino e l'eventuale interazione tra i vari componenti. Tramite gli spettri di diffrazione a raggi X dei campioni MTi-LAB e MTi-COM (Figura 1, sezione a) è possibile osservare che essi hanno un comportamento simile, presentando, oltre alle fasi cristalline portalnite (P) e calcite (C) derivanti rispettivamente dal grassello di calce e dalla polvere di marmo, la fase anatasio (A) precedentemente indentificata nei materiali fotocatalitici in purezza. Gli spettri XRD dei campioni MZn-LAB e MZn-COM (Figura 1, sezione b) hanno invece un comportamento diverso: oltre alle fasi P e C, è stata rilevata una piccola frazione di fase zincite (Z) ed una nuova fase cristallina caratterizzata da due picchi molto intensi. La nuova fase osservata è ascrivibile al composto idrossido di calcio e zinco (H): questo è indice che quasi tutto l'ossido di zinco ha reagito con la portlandite per formare il composto.

Le isoterme di assorbimento-desorbimento del marmorino "tal quale" e dello stesso caricato con i quattro fotocatalizzatori mostrano andamenti molto simili, ancora una volta associati a sistemi con pori molto grandi al limite della macroporosità. L'area superficiale è per tutti i campioni inferiore ai 25 m^2/g e mantiene lo stesso *trend* osservato nel caso dei fotocatalizzatori "tal quali. Sono stati eseguiti inoltre i test per determinare il pH dei formulati, dato che questo fattore potrebbe inficiare le proprietà finali dei materiali. Tutti i campioni hanno

dimostrato un pH simile, intorno a 12,1, in linea con il campione di solo marmorino, indice che i fotocatalizzatori non sono andati a modificare in modo significativo la basicità del materiale.
La morfologia e la dimensione delle particelle del marmorino "tal quale" e modificato è stata investigata attraverso misure di microscopia elettronica a scansione (SEM). Il campione di solo marmorino presenta particelle globulari di dimensioni intorno a 50-100 nm, distribuite omogeneamente (Figura 3, sezione a). Le analisi con rilevatore EDX hanno confermato la presenza di carbonio, calcio e ossigeno, dovuti al $CaCO_3$ (Figura 3, sezione b), con in alcuni casi una prevalenza di Ca e O dovute invece al $Ca(OH)_2$ (Figura 3, sezione c). I campioni MTi-COM e MTi-LAB presentano una struttura simile, con una morfologia superficiale frastagliata, caratterizzata dalla presenza di agglomerati sferici di biossido di titanio. Il campione MTi-COM mostra una distribuzione omogenea del titanio all'interno dell'impasto del marmorino. Le particelle sferiche dovute al biossido di titanio presentano dimensioni simili a quelle trovate tramite XRD. Al contrario il campione MTi-LAB presenta particelle di dimensioni elevate (alcuni micron) solo in alcune zone. Questa disomogeneità è confermata dai *mapping* con rilevatore EDX, che evidenzia che il titanio è presente in zone diverse rispetto al calcio. I campioni MZn-COM e MZn-LAB presentano caratteristiche simili. Le microscopie di entrambi i materiali mostrano particelle di forma globulare ed allungata, con strutture a *flakes*. In essi, a differenza di quanto osservato nel caso dei sistemi a base di TiO_2, il calcio e lo zinco hanno una distribuzione omogenea e le aree in cui sono presenti sono sovrapponibili, come mostrano le mappe EDX. A conferma di quanto evidenziato nelle analisi XRD, anche la mappatura EDX evidenzia che l'ossido di zinco ha reagito con il calcio, formando un idrossido idrato di calcio e zinco.

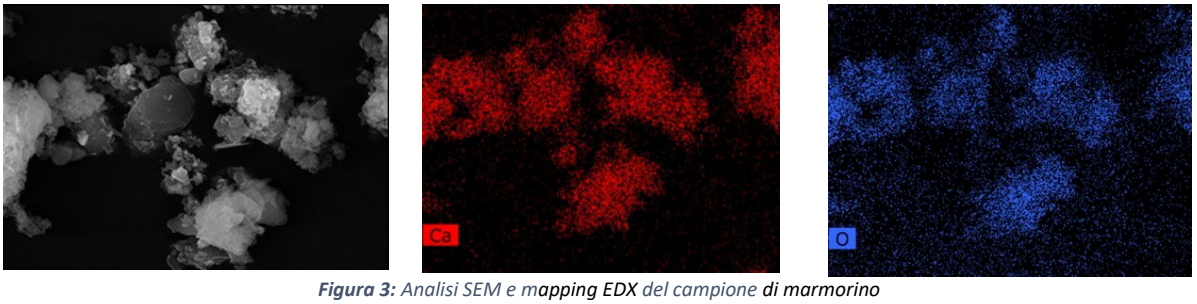


Figura 3: *Analisi SEM e mapping EDX del campione di marmorino*

Determinazione dell'attività fotocatalitica
Al fine di verificare le proprietà fotocatalitiche delle formulazioni di marmorino accoppiato ai diversi fotocatalizzatori, sono state eseguite delle analisi colorimetriche. Dai grafici è possibile osservare la variazione del parametro b*, in funzione del tempo: il primo punto a -30 min rappresenta il campione prima dell'applicazione del colorante, il punto a 0 min indica invece il campione una volta applicato il blu di metilene ed infine gli altri punti rappresentano la variazione del colore durante l'esposizione. Per ottenere una decolorazione completa, a seguito dell'irraggiamento si dovrebbe raggiungere un valore b* simile a quello del punto a -30, prima dell'applicazione del colorante.
Tra tutte le formulazioni testate con il fotocatalizzatore all'interno dell'impasto, solamente il campione MZn-LAB con finitura a sapone ha presentato un buon miglioramento del parametro b* e dei relativi spettri di riflettanza, come dimostrato in Figura 4 (sezione a). Per gli altri campioni, pur essendoci un profilo crescente delle curve, dopo 240 minuti il valore è ancora di molto inferiore rispetto a quello iniziale, indicando la non completa decolorazione del colorante.

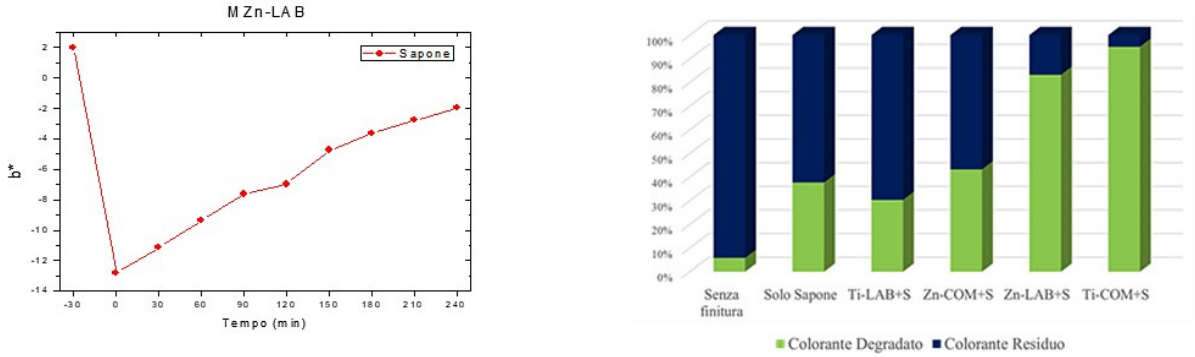


Figura 4: Analisi colorimetriche e relativi spettri di riflettanza per il campione di marmorino con il catalizzatore MZn-LAB all'interno dell'impasto e la finitura a sapone (sezione a) e schema del degrado del colorante dopo test di irraggiamento di 4 ore per i fotocatalizzatori come finitura (sezione b).

Quindi, sebbene i fotocatalizzatori avessero ottime proprietà, come dimostrato dalle analisi preliminari su piastra di Petri, non si può ritenersi soddisfatti dei risultati ottenuti da queste applicazioni, in quanto non si è avuto un

degrado ottimale del colorante. Si suppone che ciò sia dovuto o al mancato contatto tra il colorante e le particelle di fotocatalizzatore o al fatto che il materiale fotocatalitico si trovi in una zona troppo interna del marmorino e quindi non riesca ad essere irradiato a sufficienza. Poiché nei test preliminari su piastra di Petri era evidente l'attività dei fotocatalizzatori, si è deciso di applicare i fotocatalizzatori come rivestimento superficiale del tradizionale marmorino naturale veneziano. I quattro diversi fotocatalizzatori sono stati applicati sia da soli, sia accoppiati alle due tecniche di finitura considerate in questo lavoro (acqua di calce e sapone).
Innanzitutto, sono state analizzate le applicazioni con i materiali fotocatalitici "tal quali", non accoppiati ad alcuna tecnica di finitura. I migliori risultati sono stati ottenuti con il campione Ti-COM, in cui il valore b* ritorna quasi allo stato originario, segno di un deciso degrado del colorante. Per quanto riguarda i campioni in cui il rivestimento di fotocatalizzatore è stato accoppiato all'acqua di calce, i risultati non sono stati completamente soddisfacenti poiché il colorante non è stato degradato a sufficienza. Si ipotizza che l'acqua di calce ricopra le particelle di materiale, formando uno strato superficiale di $Ca(OH)_2$ e $CaCO_3$ che impedisce il processo fotocatalitico. Al contrario, le finiture di fotocatalizzatori applicati insieme al sapone hanno portato ad un aumento dell'attività autopulente. Ciò potrebbe essere dovuto ad un effetto sinergico dei componenti del sapone con i materiali fotocatalitici. In particolare, l'effetto positivo del sapone potrebbe essere dovuto alla presenza di ioni metallici nel sapone di Aleppo, principalmente ioni di Fe e Cu, che potrebbe portare ad una riduzione del *gap* energetico del fotocatalizzatore. Come mostrato in Figura 4, sezione b, che rappresenta la % di colorante degradato, i migliori risultati sono stati ottenuti con i campioni Ti-COM e Zn-LAB. Essi esposti sotto l'irradiazione sono stati in grado di degradare il colorante e riportare i valori colorimetrici della superficie praticamente allo stato originario dopo sole 4 ore. I risultati migliori, ottenuti con i materiali applicati in superficie, sono ascrivibili alle diverse proprietà dei fotocatalizzatori. In generale, un buon materiale fotocatalitico deve possedere area superficiale, importante perché il fenomeno, come già espresso, avviene in superficie, e cristallinità, necessaria a minimizzare i deleteri fenomeni di ricombinazione, siano ben bilanciati. Nel caso di TiO_2, questo compromesso si ha in Ti-COM, suggerendo che la cristallinità ha un ruolo più importante dell'area superficiale. Viceversa, per ZnO, si osserva l'effetto opposto: l'incremento di area superficiale risulta essere più importante della cristallinità. È stata inoltre osservata un'altra qualità dell'ossido di zinco *lab-made*, ovvero la trasparenza del film sottile di rivestimento; essa è di gran importanza, soprattutto in un'applicazione su beni di interesse artistico.
Successivamente, al posto del colorante, sono state prese in analisi delle macchie riconducibili ad alimenti, o causate da atti vandalici reali", per testare le proprietà di *self-cleaning* su un sistema più reale, fino ad oggi non ancora sperimentato nel caso di materiali lapidei. Sia le piastre di Petri che le mattonelle sono state sporcate con diverse tipologie di materiali: caffè, aceto, ketchup, tè, olio, Aperol, matita, bomboletta spray di colore nero, inchiostro blu, evidenziatore arancione, evidenziatore giallo, inchiostro rosso, sangue, vino, pennarello blu e penna nera. In Figura 5 viene riportato come esempio il grafico della decolorazione, ottenuta dopo 4 ore, della mattonella di marmorino tal quale, con le diverse finiture: sia la penna nera che il pennarello blu hanno degradato di più sulla finitura di Ti-COM e sapone di Aleppo, a conferma dell'effetto sinergico di questo fotocatalizzatore e del sapone. Un trend analogo è stato osservato per le mattonelle di marmorino con il fotocatalizzatore anche all'interno della formulazione, e in questo caso i risultati sono stati ancora superiori. Quindi l'aggiunta dei fotocatalizzatori nell'impasto di marmorino ha incrementato l'efficienza delle tecniche di finitura, aumentando la decolorazione dei materiali applicati anche nel caso di sporchi reali.

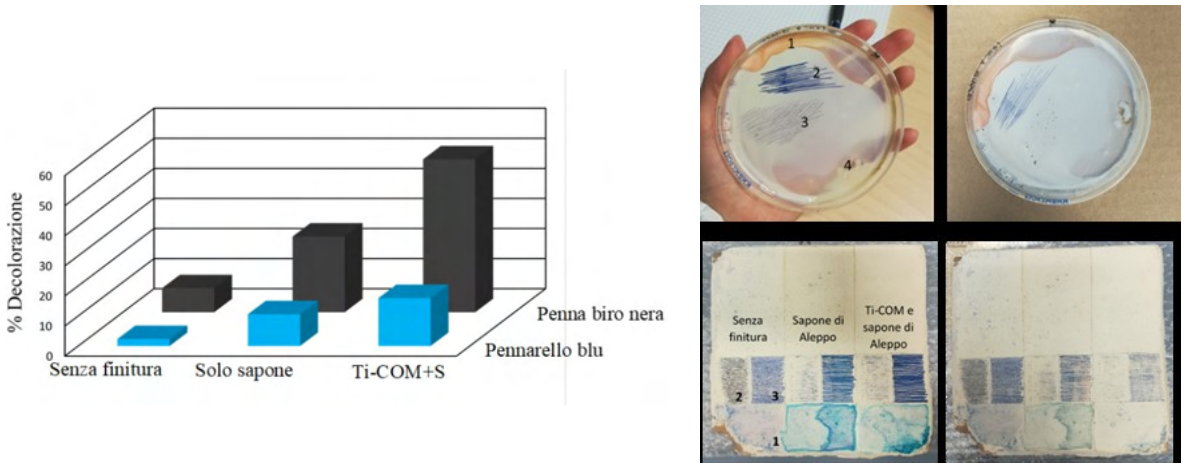


Figura 5: Decolorazione dei materiali nelle diverse finiture su marmorino tal quale

Conclusioni

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di conferire proprietà fotocatalitiche al marmorino tradizionale veneziano, preparato in collaborazione con la ditta Uni.S.Ve. (Unione Stuccatori Veneziani), confrontando l'efficacia di due fotocatalizzatori a base di biossido di titanio (uno commerciale e uno *lab-made*) e due a base di ossido di zinco (uno commerciale e uno *lab-made*). Per verificare la fotoattività sono stati eseguiti dei test colorimetrici utilizzando sia il blu di metilene che sporchi reali.

Inizialmente si sono applicati i materiali fotocatalitici all'interno dell'impasto, ma i risultati non sono stati ottimali. Si ipotizza infatti che i fotocatalizzatori, sebbene fossero stati applicati nello strato più superficiale del marmorino, non fossero in grado di ricevere sufficiente radiazione luminosa per essere attivati, oppure che non ci sia stato sufficiente contatto tra essi e il colorante organico, a causa delle concentrazioni utilizzate.

I fotocatalizzatori sono successivamente stati impiegati come rivestimenti superficiali, applicati "tal quali" e abbinati a due sostanze riferite alle tecniche di finitura del marmorino veneziano (acqua di calce e sapone). In questo caso i risultati sono stati migliori, in particolare nel campione di TiO_2 di origine commerciale, applicato con la tecnica di finitura a sapone. In questo campione il fotocatalizzatore è riuscito a degradare il 95% del colorante applicato. Un altro risultato significativo si è ottenuto con l'impiego dell'ossido di zinco sintetizzato in laboratorio, fissato anch'esso con la tecnica della saponatura, il quale è riuscito a decolorare l'82% del colorante applicato. Le proprietà di *self cleaning* sono state dimostrate anche nel caso di macchie reali. Il rivestimento effettuato presenta elevata trasparenza, qualità che in un'applicazione di interesse artistico ricopre un ruolo di grande importanza.

Tramite questo lavoro si è dimostrato quindi che è possibile combinare la tradizione veneziana con l'innovazione della ricerca sui materiali nanostrutturati, ottenendo dei prodotti per il restauro e la conservazione dei beni culturali, che siano allo stesso tempo innovativi e multifunzionali, con caratteristiche *green* che non falsino i prodotti naturali della tradizione.

BIBLIOGRAFIA

1. Scappin L. **"***La stagione dell'intonaco veneziano: affreschi, marmorini, rivestimenti a cocciopesto e altri intonaci tra la fine del XV e la metà del XIX secolo"*, in Doglioni, F., Scappin, L., Squassina, A., Trovò, F. (a cura di), *Conoscenza e restauro degli intonaci e delle superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni, indirizzi di intervento*, Saonara, Il prato, 2017, pp. 64-137.

2. Scappin L. *"Il saper fare gli intonaci 'par modo che li stiano bene'. Dalle fonti scritte alle sperimentazioni"*, in Doglioni, F., Scappin, L., Squassina, A., Trovò, F. (a cura di), *Conoscenza e restauro degli intonaci e delle superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni, indirizzi di intervento*, Saonara, Il prato, 2017, pp. 374-383.

3. Berto, G., Scappin, L. *"Campionature di intonaci realizzati con materiali e procedimenti operativi riferiti alla tradizione"*, in Doglioni, F., Scappin, L., Squassina, A., Trovò F. (a cura di), *Conoscenza e restauro degli intonaci e delle superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni, indirizzi di intervento*, Saonara, Il prato, 2017, pp. 408-423.

4. Massey S. W. "*The effects of ozone and NOx on the deterioration of calcareous stone"* in *Science of The Total Environment* 227(2-3) (1999) 109-121.

5. Bergamonti, L., Predieri, G., Paz, Y., Fornasini, L., Lottici, P.P., Bondioli, F. *"Enhanced self-cleaning properties of N-doped TiO_2 coating for Cultural Heritage" in* Microchemical Journal 133 (2017) 1-12.

6. Graziani, L. Quagliarini, E. D'Orazio, M. *Superfici autopulenti e biocide nel Restauro Archeologico di pietre e laterizi*, Firenze University Press. (2016).

7. Huang, Y. Ho, S. S. H., Lu, Y., Niu, R., Xu, L. Cao, J. Lee, S. "*Removal of Indoor Volatile Organic Compounds via Photocatalytic Oxidation: A Short Review and Prospect"* in *Molecules* 21 (2016) 56.

8. Kim, T.K., Lee, M.N., Lee, S.H., Park, Y.C., Jung, C.K., Boo, J.-H. "*Development of surface coating technology of TiO_2 powder and improvement of photocatalytic activity by surface modification*" in *Thin Solid Films* 475 (2005) 171-177.

9. Dash, P. Manna, A. Mishra, N.C. Varma, S. "*Synthesis and characterization of aligned ZnO nanorods for visible light photocatalysis*" in *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures* 107 (2019) 38-46.

10. Sharma, D., Rajput, J., Kaith, B.S., Kaur, M., Sharma, *S.* "*Synthesis of ZnO nanoparticles and study of their antibacterial and antifungal properties*" in *Thin Solid Films* 519 (2010) 1224-1229.

11. Luévano-Hipólito, E., Martínez-de la Cruz, A. "*Photocatalytic stucco for NOx removal under artificial and by real weatherism*" in *Construction and Building Materials* 174 (2018) 302-309.

12. Zou, W. Gao, B. Ok, T.S. Dong L. "*Integrated adsorption and photocatalytic degradation of volatile organic compounds (VOCs) using carbon-based nanocomposites: A critical review"* in *Chemosphere* 218 (2019) 845-859.

13. Munafò, P., Goffredo, G.B., Quagliarini, E. "*TiO_2-based nanocoatings for preserving architectural stone surfaces: An overview*" in *Construction and Building Materials* 84 (2015) 201-218.

UN APPROCCIO PROTEOMICO NON INVASIVO PER L'IDENTIFICAZIONE DI LEGANTI PROTEICI IN OPERE D'ARTE

Cosima D. Calvano*, Rosaria A. Picca, Elena C. Rigante***, Davide Coniglio****, Tommaso Cataldi*****, Luigia Sabbatini******

*Ricercatore, Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Farmacia-Scienze del Farmaco, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442018, cosimadamiana.calvano@uniba.it;
**Ricercatore, Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442115, rosaria.picca@uniba.it;
***Studente, Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, e.rigante@studenti.uniba.it;
****Dottorando, Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, davide.coniglio@uniba.it;
*****Professore Ordinario, Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442015, tommaso.cataldi@uniba.it;
******Professore Ordinario, Università degli Studi di Bari, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442014, luigia.sabbatini@uniba.it

Abstract

I leganti proteici o tempere come le colle animali, la caseina e l'uovo, sia intero che solo tuorlo o albume, sono stati largamente impiegati a partire dal Medioevo per dipinti su tele, tavole lignee, vetro e muro. La caratterizzazione chimica del legante o *medium* può fornire informazioni chiave sul contesto storico e tecnico di affreschi e altri oggetti policromi e può permettere di acquisire i dati necessari al fine di indirizzare correttamente l'opera di restauro e/o conservazione. Attualmente, le strategie di analisi delle proteine basate su tecnologie di spettrometria di massa (MS) e bioinformatica, note con il termine di proteomica, sono diventate un utile strumento anche nel campo dei beni culturali permettendo l'identificazione del legante proteico nelle opere d'arte [1]. Di solito, i protocolli impiegati a questo scopo richiedono un micro-campionamento dell'opera, una digestione enzimatica con un enzima proteolitico, l'acquisizione degli spettri di massa e il riconoscimento delle proteine mediante software informatici dedicati. Al fine di evitare il micro-campionamento e preservare il contenuto delle opere d'arte, l'attività di ricerca si è sempre più dedicata allo sviluppo di protocolli caratterizzati da invasività minima o nulla [2], [3]. In questo contributo presentiamo un metodo, validato su strati pittorici modello freschi e invecchiati, per l'analisi proteomica non invasiva di leganti proteici basata sull'uso di un idrogel di poli(2-idrossietil metacrilato)/poli(vinilpirrolidone) di dimensioni estremamente ridotte (3x3 mm^2) precedentemente caricato con tripsina e applicato sulla superficie delle opere d'arte per la digestione *in situ* delle proteine [4]. La scarsa invasività del protocollo è stata verificata mediante l'acquisizione di immagini al microscopio ottico e spettrofotocolorimetria; non sono stati evidenziati danni o alterazione del colore dello strato pittorico e non sono rimasti residui di idrogel sulla superficie posta a contatto. La spettroscopia fotoelettronica a raggi X e la spettroscopia IR hanno confermato che l'applicazione del gel non ha modificato la composizione del pigmento, neppure su campioni invecchiati. Oltre all'assenza di invasività, un altro vantaggio consiste nella semplicità della procedura di campionamento che non richiede alcuna competenza tecnica specifica. Il protocollo è stato applicato con successo per la rapida definizione dei leganti proteici impiegati su una statua del XV secolo esposta nella chiesa di San Lorenzo (Bisceglie, Bari) e una pergamena liturgica *Benedictio ignis et fontis* (Benedizionale, XI secolo) del Museo Diocesano di Bari. Il protocollo è risultato efficace in entrambi i casi evidenziando la presenza della colla nonostante i processi di invecchiamento (i.e., polimerizzazione e ossidazione) che inibiscono l'azione della tripsina. Si è pensato, quindi, di implementare il protocollo ricorrendo all'uso simultaneo di due enzimi; i risultati preliminari indicano un significativo miglioramento nella generazione e nel riconoscimento dei frammenti peptidici caratteristici del legante impiegato.

Introduzione

A partire dagli anni '90, grazie all'introduzione di tecniche di ionizzazione soft come l'elettrospray (ESI) e il desorbimento/ionizzazione laser assistito da matrice (MALDI), la spettrometria di massa (MS) si è imposta come tecnica elettiva per l'identificazione delle proteine anche nel campo dei beni culturali. L'approccio proteomico più comune è il "bottom-up" nel quale le proteine, prima dell'analisi MS, subiscono una digestione enzimatica (solitamente triptica) che le converte in peptidi [5]–[8]. Questo approccio è stato largamente impiegato per l'identificazione di leganti proteici a base di uovo, latte o colla in dipinti, affreschi, reperti ceramici, pergamene, crocifissi e statue dorate [9]–[15]. Sebbene l'utilizzo di spettrometri di massa ad alte prestazioni consenta l'identificazione e la quantificazione di basse quantità di sostanze da minuscoli campioni, molti protocolli sono

invasivi e richiedono un micro-campionamento. Negli ultimi anni, sono stati proposti protocolli di estrazione sempre meno invasivi delle proteine tal quali dalla superficie pittorica; per esempio, è stato utilizzato un film di etilvinil-acetato funzionalizzato con resine C8 a scambio cationico/anionico forte per l'estrazione di proteine e piccole molecole dalla superficie di diversi materiali [3]. Un altro recente lavoro sfrutta la capacità di adesione di alcune proteine fungine, denominate idrofobine, per formare uno strato stabile e omogeneo su una pellicola trasparente sulla quale viene immobilizzata la tripsina. In particolare, uno strato di idrofobina di classe I Vmh2, estratta dal fungo basidiomicete *Pleurotus ostreatus* è stato adeso su fogli di acetato di cellulosa per immobilizzare la tripsina e creare un film bioattivo; un ritaglio relativamente esteso (5x5 cm^2) è stato utilizzato direttamente sui manufatti per ottenere un numero di peptidi sufficiente a identificare il legante proteico mediante analisi proteomica [2].

Il presente lavoro si inserisce in questo contesto e propone un campionamento di peptidi minimamente invasivo da un'area di campione notevolmente ridotta seguito da un metodo di analisi proteomica rapida e semplice. Il protocollo sfrutta un piccolissimo pezzo di gel idrofilo 3x3 mm^2, caricato con una soluzione acquosa contenente tripsina e messo in contatto per un tempo limitato (circa 30 minuti) con la superficie del manufatto in esame. I peptidi generati *in situ* vengono successivamente analizzati mediante MALDI-MS con analizzatore ToF che ha il vantaggio di fornire spettri di massa identificativi (peptide mass fingerprinting, PMF) delle proteine in tempi rapidi. Per ulteriore conferma alcuni peptidi sono stati sottoposti anche ad analisi di massa tandem MALDI MS/MS oppure ESI MS/MS sfruttando una separazione cromatografica liquida con colonna a fase inversa C18 (RPLC) e analizzatore di massa a trappola lineare (LIT).
Il metodo è stato messo a punto su provini di pittura a base di colle, uovo, caseine mescolati con vari pigmenti. Le immagini acquisite al microscopio ottico hanno confermato che nessun danno o cambiamento estetico ha interessato le superfici trattate e nessun residuo è stato lasciato dall'applicazione del gel. Parimenti le misure colorimetriche e le indagini spettroscopiche XPS e IR non hanno evidenziato alcuna differenza di colore tra il pre- e il post-trattamento. In questo contributo si riportano, in ultimo, i risultati ottenuti su campioni reali costituiti da una statua lignea risalente al XV secolo esposta nella chiesa di S. Lorenzo (Bisceglie, BT) e da una pergamena liturgica *Benedictio ignis et fontis* datata XI secolo e conservata nel Museo Diocesano di Bari. In entrambi i casi, l'approccio sviluppato ha consentito la caratterizzazione dei leganti pittorici basati su colla animale di bovino o coniglio. Infine, sui provini a base di uovo, è stato testato un protocollo modificato basato sul caricamento di due enzimi (tripsina + chimotripsina) nel gel sfruttando una loro possibile azione proteolitica sinergica. I risultati preliminari hanno mostrato un buon aumento della copertura proteica con conseguente riconoscimento più affidabile del legante.

MATERIALI E METODI

Reagenti

Sono stati utilizzati i seguenti reagenti, acquistati da Sigma-Aldrich (Milano, Italia): acqua, acetonitrile (ACN) entrambi di grado LC-MS, acido formico (FA), bicarbonato d'ammonio, acido acetico glaciale, etanolo 98%, tripsina porcina di grado proteomico; come matrici MALDI sono state impiegate l'acido α-ciano-4-idrossicinnamico (CHCA) e l'acido α-ciano-4-clorocinnamico (CClCA). Il gel utilizzato è Nanorestore Gel® Medium Water Retention "Extra Dry" basato su idrogel poli-(2-idrossietilmetacrilato)/(vinil-pirrolidone) (pHEMA/PVP) (Consorzio CSGI-Università degli Studi di Firenze). Le uova e il latte vaccino sono stati acquistati nei supermercati locali. Gli standard di colla animale sono stati ottenuti da Kremer Pigmente GmbH & Co (Aichstetten, Germania). I pigmenti sono stati acquistati da Carenza (Bari, Italia) o da Kremer Pigmente GmbH & Co.

Preparazione dei campioni ed applicazione del metodo

I provini di pittura sono stati realizzati seguendo le linee guida descritte sulle ricette tradizionali [16]. I leganti impiegati per lo scopo sono stati: tuorlo d'uovo, tempera grassa a base di rosso d'uovo e olio di lino, caseine estratte dal latte, colla bovina o di coniglio. L'idrogel trasparente a base di polimeri pHEMA/PVP viene venduto già bagnato con acqua deionizzata. Questo polimero è stato ideato e sviluppato per la pulitura di manufatti sensibili all'acqua in quanto riesce a rimuovere delicatamente lo sporco senza alterare la superficie del manufatto [17] o per la pulitura di manufatti cartacei [18].
Per questo lavoro, il gel è stato tagliato in piccoli pezzi da 3x3 mm^2; questi sono stati disidratati all'aria a temperatura ambiente fino alla perdita di circa il 20% del loro peso di partenza (circa 40 min). Successivamente, ogni pezzetto è stato immerso in 50 μL di una soluzione di tripsina (20 pmol/μL) per 30 minuti per consentire alla proteasi di penetrare nel gel. Il pezzettino di gel così caricato è stato posizionato e lasciato sul vetrino per 30 minuti per permettere il contatto tra la tripsina presente nel gel e la frazione proteica del campione (Figura 1). Il

gel è stato poi rimosso e immerso in 100 µL di una soluzione al 70% di ACN/0.1% FA e infine lasciato 30 minuti in un bagno ad ultrasuoni a 30 °C per estrarre i peptidi rilasciati nel gel dopo la digestione *in situ*. Per la deposizione sul target MALDI, 3 µL di campione sono stati mescolati con 3 µL di matrice CClCA o CHCA (10 mg/mL in ACN/H_2O con 0.2% TFA), 80:20 v/v) e 1 µLdella miscela è stato depositato in triplicato sul pozzetto.

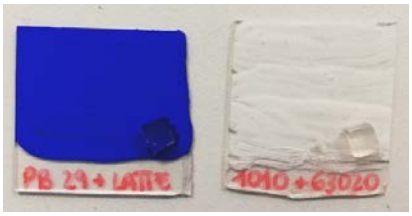


Figura 1. Gel applicato sui provini costituiti da caseine mescolate con lazurite PB29 (sinistra) e colla di pelle di bovino (63020) con carbonato di calcio neve 1010 (destra).

ANALISI MALDI-MS e MS/MS

Condizioni operative ed elaborazione dei dati MS e MS/MS

Per le analisi di massa è stato utilizzato uno spettrometro 5800 MALDI ToF/ToF (AB SCIEX, Darmstadt, Germany) dotato di laser a neodimio-ittrio litio fluoro (Nd:YLF) a 345 nm, in modalità reflectron positiva con accuratezza di massa ≤5 ppm. Sono stati accumulati 5000 shot con una frequenza del laser di 400 Hz. Gli esperimenti MS/MS sono stati eseguiti impostando una differenza di potenziale tra la sorgente e la camera collisionale di 1 kV; l'aria o l'argon sono stati utilizzati come gas collisionali, con una pressione media di 10^{-6} Torr. Il tempo di attesa per la delayed extraction (DE) è stato impostato a 240 ns.
I dati MS e MS/MS acquisiti mediante software DataExplorer 4.0 (AB Sciex) sono stati inseriti nel database utilizzando i motori di ricerca Mascot (Matrix Science, Londra, UK) e Protein Prospector. Nei database Swiss-Prot e NCBInr è stata utilizzata come tassonomia *Bos taurus* per i campioni di latte e di collagene o *Oryctolagus cuniculus* per il solo collagene o *Gallus gallus* per i campioni di uovo. Per la ricerca bioinformatica sui PMF è stata impostata una tolleranza di 0.2 Da, mentre con i dati delle frammentazioni MS/MS è stata impostata una tolleranza di 0.5 Da per lo ione precursore e per gli ioni prodotto; il software identifica una sequenza amminoacidica per ogni ione precursore frammentato e fornisce in output un elenco di possibili sequenze.

ANALISI SPETTROSCOPICHE

La caratterizzazione XPS è stata condotta su alcuni provini per valutare se vi fossero modifiche della composizione chimica di superficie causate dal protocollo impiegato. Si è utilizzato uno spettrometro Versaprobe II (PHI, USA) con sorgente di raggi X monocromatica (Al Kα, 1486.6 eV) e uno spot di campionamento pari a 200 µm. Sono stati acquisiti sia spettri d'insieme con energia di passo pari a 117.4 eV (step 0.1 eV) per identificare gli elementi presenti in superficie che ad alta risoluzione con energia di passo di 46.95 eV (step 0.01 eV) relativamente alle regioni di interesse per ciascun elemento. A seconda della combinazione pigmento/legante studiata sono stati identificati specifici elementi ed acquisiti i rispettivi segnali fotoelettronici principali con particolare riguardo a C1s, N1s e O1s per il legante. Sono state analizzati in triplicato sia porzioni del provino non trattate che altre sottoposte al trattamento con gel caricato con tripsina. È stato utilizzato il software MultiPak™ (v.9.7.0.1, PHI-ULVAC) per elaborare i dati e procedere con l'analisi quantitativa. La scala delle energie di legame (BE) è stata corretta considerando come riferimento la componente alifatica del C1s a 284.8 eV.
L'analisi IR è stata condotta impiegando uno spettroscopio IR Perkin-Elmer SpetrumTwo con modulo ATR e prisma in diamante registrando la trasmittanza, T%, nell'intervallo di lunghezze d'onda 4000-400 cm^{-1} con una risoluzione di 2 cm^{-1} e acquisendo 64 scansioni.

RISULTATI

Analisi dei campioni standard

Una volta accertata l'attività della tripsina nel gel usando uno standard singolo di albumina serica, il protocollo è stato provato sui provini freschi. La figura 2 mostra, a titolo di esempio, lo spettro di massa MALDI-MS ottenuto dall'applicazione del gel sul provino di caseine e blu oltremare. I segnali visibili, tutti di ioni monocarica, sono associati ai peptidi risultanti dalla digestione *in situ* operata dalla tripsina sullo strato di pigmento e legante esaminato. Un primo confronto tra i valori di *m/z* sperimentali e quelli riportati in letteratura [19][14] ha mostrato numerose corrispondenze; in seguito, le liste di rapporti *m/z* associate a ciascun PMF sono state inserite come input nei software Mascot e Protein Prospector impostando la corrispondente tassonomia

(*Bos taurus*, *Oryctolagus cuniculus e Gallus gallus*); come possibili modifiche sono state inserite l'ossidazione di metionina, l'idrossilazione di prolina, la fosforilazione di serina, treonina e tirosina e la deammidazione N-terminale (quest'ultima solo per il collagene). I risultati di Protein Prospector hanno consentito di attribuire tutti i principali segnali a peptidi appartenenti a caseine, collagene, vitellogenine e apolipoproteine nei vari provini testati. La Tabella 1 contiene un elenco dei peptidi identificati con le proteine di appartenenza e le rispettive coperture percentuali (coverage).

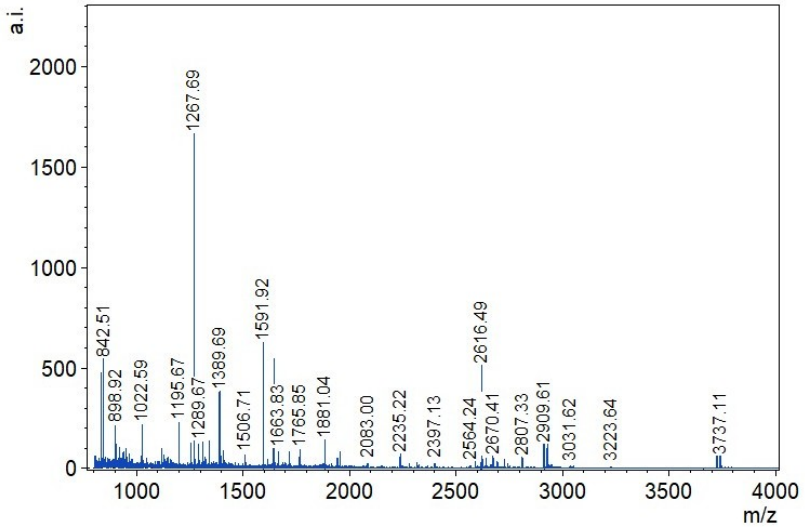


Figura 2. Spettro di massa MALDI-ToF-MS ottenuto eseguendo il protocollo sul provino pittorico di caseine con blu oltremare.

Tabella 1. Proteine identificate con le relative coverage sui provini di caseine, tuorlo d'uovo, colla di pelle di coniglio e di bovino mescolati con diversi pigmenti.

Campione	Proteina	Coverage (%)
Caseine + blu 45000	α-s1-caseina	43.0
	α-s2-caseina	30.2
	β-caseina	32.1
Tuorlo d'uovo + carbonato di calcio neve 1010	Vitellogenina 1	6.3
	Vitellogenina 2	10.9
	Vitellogenina 3	8.6
	Apolipoproteina B	1.3
	Apolipoproteina A-I	17.4
	Very low-density lipoprotein receptor	6.1
	Low-density lipoprotein receptor-related protein 8	4.4
Colla di pelle di coniglio + bianco 46400	Collagene α-1(I)	23.5
	Collagene α-2(I)	20.9
	Collagene α-1(II)	13.9
	Collagene α-1(III)	21.9
Colla di pelle di bovino + bianco 46300	Collagene α-1(I)	15.4
	Collagene α-2(I)	13.8
	Collagene α-1(II)	8.7
	Collagene α-1(III)	23.5

Sebbene il riconoscimento software suggerisca una sequenza peptidica (con relativa proteina di appartenenza) per ciascun *m/z* sperimentale, la sola analisi di MS full spesso non permette di trarre conclusioni certe per gli ioni ottenuti dalla digestione triptica. Infatti, un'analisi MS fornisce come "unico" indizio utile per l'identificazione di una proteina la concordanza del PMF sperimentale con quello teorico, a parità di condizioni operative. Un'attribuzione più affidabile deve prevedere un esame mediante MS tandem con l'isolamento dello ione

precursore di interesse e la sua frammentazione; lo spettro MS/MS contiene ioni abbondanti di tipo *y* e *b* e ioni minoritari di tipo *a*, *c*, *x* e *z* che permettono di ricostruire la sequenza primaria dello ione precursore sia dal confronto della frammentazione sperimentale con quella teorica generata *in silico* sia mediante interpretazione manuale. Le analisi di massa tandem hanno consentito di riconoscere peptidi univoci anche in presenza di una miscela di proteine avendo identificato, nella stessa analisi, peptidi derivanti da α-S1-caseina, α-S2-caseina e β-caseina nel campione di caseine, peptidi di collagene α-1(I), collagene α-2(I), collagene alfa- α-1(II) nei campioni di colle e i peptidi principali delle proteine vitellogenina-1, vitellogenina-2 e vitellogenina-3 presenti nel rosso d'uovo. Per valutare l'impatto di questo protocollo sulla superficie, i campioni standard sono stati analizzati mediante microscopia ottica prima e dopo l'applicazione del gel. Le immagini acquisite al microscopio ottico hanno confermato che nessun danno o cambiamento estetico ha interessato le superfici trattate e nessun residuo è stato lasciato dall'applicazione del gel. Parimenti le misure colorimetriche e spettroscopiche non hanno evidenziato alcuna differenza di colore tra il pre- e il post-trattamento.
È stato possibile valutare l'influenza del protocollo adottato sulla superficie del provino considerando la variazione, in aree trattate e non con gel caricato con enzima, di rapporti elementari discriminanti del legante organico e del pigmento inorganico. Ad esempio, si è analizzato il campione costituito da blu 45000 con latte come legante per cui sono stati identificati come elementi carbonio ed ossigeno come i più abbondanti, in quanto dovuti a più contributi di varia natura, quelli caratteristici del pigmento (Si, Al, Na, S) e del legante (N, Ca). Il rapporto N/C è stato quindi considerato informativo della frazione proteica del campione e della sua evoluzione post-trattamento così come il rapporto Al/Si è stato esaminato per il blu oltremare. Si è potuto osservare come l'azione dell'enzima intrappolato nel gel non causi una perdita di pigmento, seppur con un contatto prolungato nel tempo, ma solo una riduzione del legante. Infatti, il rapporto N/C passa da 0.034 ± 0.002 per parti non trattate a 0.029 ± 0.002 su punti trattati, mentre Al/Si risulta sostanzialmente invariato passando da 0.48 ± 0.03 a 0.47 ± 0.04. Inoltre, lo studio della regione C1s (Figura 3a) dimostra inequivocabilmente come l'azione del gel caricato con enzima sia selettiva verso il legante in quanto si assiste ad un decremento nella regione di BE compresa tra 286 e 288 eV, associata da letteratura proprio a funzionalità ammidiche e carboniliche tipiche di campioni proteici. Tale evidenza è stata confermata anche utilizzando altri leganti, come mostrato in Figura 3b relativa alla regione C1s per un provino a base di blu 45000 e legante colla di pelle bovina.

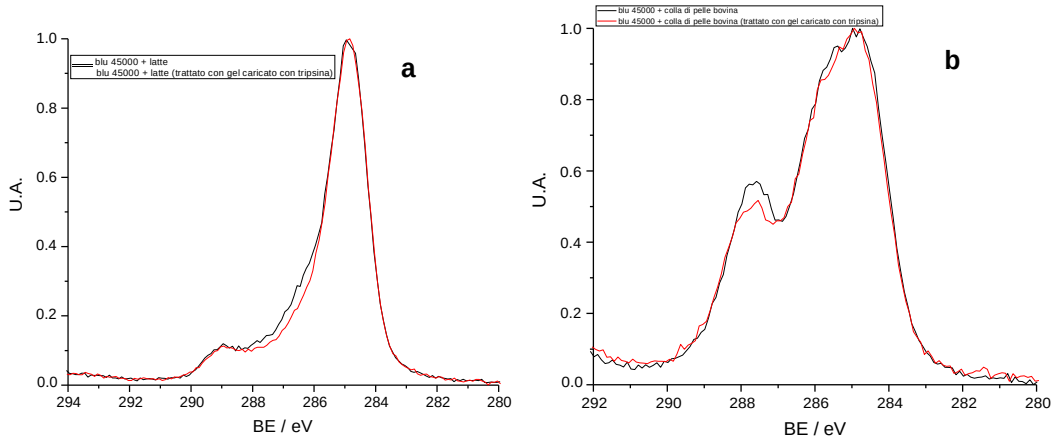


Figura 3. Spettri XPS della regione C1s per provino pittorico di a) blu oltremare 45000 + latte e b) blu oltremare 45000 + colla di pelle di bovino. Sono confrontati spettri di zone non esposte (linea nera) e trattate con enzima intrappolato (linea rossa).

In linea con i dati spettroscopici XPS, anche la caratterizzazione IR ha evidenziato, almeno in termini qualitativi, come il trattamento con enzima proteolitico intrappolato nel gel non causi alcuna alterazione significativa del campione. A titolo esemplificativo si riportano in Figura 4 gli spettri ATR-IR relativamente ad un provino di bianco 46300 con legante latte di una zona non esposta e di un'altra trattata insieme con gli spettri acquisiti sulle singole componenti il campione. È possibile notare come entrambe le zone analizzate riportino segnali attribuibili sia al legante che al pigmento ad indicare un impatto limitato del protocollo proposto.

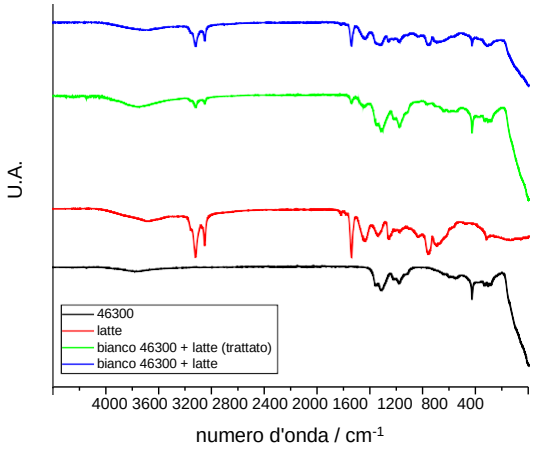


Figura 4. Spettri ATR-IR relativi a standard bianco 46300 (curva nera), caseine (curva rossa), provino pittorico di bianco 46300 + latte non trattato (curva blu) e trattato con enzima intrappolato in gel (curva verde).

Analisi dei campioni storici

Il protocollo descritto è stato applicato a campioni reali di epoche e tipologie differenti rappresentati da una pergamena liturgica *Benedictio ignis et fontis* datata XI secolo e conservata nel Museo Diocesano di Bari e da una statua lignea risalente al XV secolo ed esposta nella chiesa di S. Lorenzo (Bisceglie, BT). La pergamena liturgica (Benedizionale) di ispirazione bizantina, raffigura la benedizione del fuoco e dell'acqua battesimale; fu realizzata a Bari nello scriptorium dell'Abbazia di San Benedetto. Durante la cerimonia della vigilia di Pasqua, la pergamena veniva srotolata dal pulpito per meglio coinvolgere i fedeli nella celebrazione [11]. Le analisi svolte per questo lavoro hanno interessato in particolare un frammento della rilegatura tra i fogli 1 e 2 (Figura 5).



Figura 5. A sinistra: dettaglio del folio n. 2 della pergamena liturgica *Benedictio ignis et fontis* (Museo Diocesano, Bari, Italy).
A destra: dettaglio della rilegatura tra i fogli n. 1 e 2.

Poche informazioni si hanno sulla statua lignea rappresentante il Cristo morto e conservata nella Chiesa di San Lorenzo a Bisceglie (Figura 6). L'analisi stilistica porterebbe ad attribuirne la realizzazione ai monaci francescani attivi sul territorio e afferenti alla Chiesa stessa nel XV secolo. La posizione inusuale del braccio e delle gambe lascia supporre che il manufatto sia l'unico pezzo giunto fino a noi di un complesso statuario più ampio. Il campionamento è stato eseguito in quattro punti: color incarnato nella zona del costato, colore blu della ferita sul costato, colore rosso della ferita sul braccio e colore bianco sul drappeggio. I risultati riportati in questo lavoro si riferiscono al punto indicato con la lettera C (Figura 6). Le analisi MALDI-MS sui campioni reali hanno permesso di identificare la natura del legante pittorico. In particolare, la colla animale è risultata essere il

legante principale in entrambi i campioni in quanto nei rispettivi spettri di massa MALDI-MS si possono riconoscere i segnali dei principali peptidi che si ottengono dalla digestione triptica del collagene. Non è stato possibile, a questo livello, definire l'esatta tassonomia delle proteine di collagene estratte in quanto non sono stati individuati peptidi marker specie-specifici. La Tabella 2 riporta l'elenco dei principali segnali individuati in ogni campione specificandone il rapporto *m/z* sperimentale, la sequenza amminoacidica e la proteina di provenienza.



Figura 6. Statua lignea *Cristo morto*. Con la lettera C è indicato uno dei punti nei quali è stato eseguito il campionamento.

Tabella 2. Lista dei peptidi osservati nei PMF dei campioni reali con la sequenza amminoacidica e la proteina identificata.

m/z	Pergamena	Statua	Sequenza	Proteina
836.40	X		GPPGPQGAR	Collagene α-1 (I)
840.42	X		GVVGPQGAR	Collagene α-2 (I)
852.39	X		GPAGPQGPR	Collagene α-1 (I)
			GPPGPQGAR + 1 ox	Collagene α-1 (I)
			VGAPGPAGAR + 1 ox	Collagene α-2 (I)
868.41	X		GPPGPQGAR + 2 ox	Collagene α-1 (I)
			GPSGPQGIR	Collagene α-2 (I)
898.43	X		GVVGLPGQR + 1 ox	Collagene α-1 (I)
1095.55	X		GAAGLPGPKGDR	Collagene α-1 (I)
			GPSGPPGPDGNK + 1 ox	Collagene α-2 (I)
			GPRGDQGPVGR	Collagene α-2 (I)
			GRPGLPGAAGAR + 1 ox	Collagene α-1 (III)
1105.53	X	X	GVQGPPGPAGPR + 1 ox	Collagene α-1 (I)
1128.51	X	X	GLPGTPGTDGPK + 2 ox	Collagen α-1 (II)
			GLAGPPGMPGAR + 3 ox	Collagen α-1 (III)
1144.50	X		GLPGTPGTDGPK + 3 ox	Collagene α-1 (II)
			GLAGPPGMPGAR + 4 ox	Collagene α-1 (III)
1165.58		X	NWYISKNPK + 1 ox	Collagene α-1 (I)
1241.43	X	X	GSPGGPGAAGFPGGR	Collagene α-1 (III)
1267.63	X	X	GIPGPVGAAGATGAR + 1 ox	Collagene α-2 (I)
1289.56	X		GSPGGPGAAGFPGGR + 3 ox	Collagene α-1 (III)
1427.65	X	X	GSAGPPGATGFPGAAGR	Collagene α-1 (I)
			GIPGEFGLPGPAGAR + 2 ox	Collagene α-2 (I)
			ALLIQGSNDVEIR	Collagene α-1 (II)
1435.63	X	X	GEPGPAGLPGPPGER + 3 ox	Collagene α-1 (I)
			GPPGPPGTNGVPGQR + 3 ox	Collagene α-1 (III)
1448.73		X	GLPGTAGLPGMKGHR + 2 ox	Collagene α-1 (I)
1459.64	X	X	GSAGPPGATGFPGAAGR + 2 ox	Collagene α-1 (I)
1473.45	X	X	GDGGPPGATGFPGAAGR + 2 ox	Collagene α-2 (I)
1532.53			DGASGHPGPIGPPGPR + 4 ox	Collagene α-1 (III)
1560.75	X	X	STGISVPGPMGPSGPR + 4 ox	Collagene α-1 (I)
			GPAGMPGFPGMKGHR + 4 ox	Collagene α-1 (III)
1586.51	X	X	GNSGEPGAPGSKGDTGAK	Collagene α-1 (I)
			GETGPAGPSGAPGPAGSR + 4 ox	Collagene α-1 (III)
1655.54		X	GEPGSSGVDGAPGKDGPR + 1 ox	Collagene α-1 (III)
1781.61		X	TGPPGPSGISGPPGPPGPAGK	Collagene α-2 (I)
1813.57		X	NGETGPQGPPGPTGPSGDK + 4 ox	Collagene α-1 (III)
1845.59		X	TGPPGPSGISGPPGPPGPAGK+ 4 ox	Collagene α-2 (I)

1922.80	X	X	GERGPPGESGAAGPTGPIGSR + 1 ox GDSGAPGERGPPGAGGPPGPR + 5 ox	Collagene α-2 (I) Collagene α-1 (III)
1962.59		X	GEPGPAGLPGPPGERGGPGSR + 4 ox	Collagene α-1 (I)
1975.71		X	SGDRGETGPAGPAGPIGPVGAR GEPGAVGQPGPPGPSGEEGKR + 1 ox GPPGPQGARGFPGTPGLPGVK + 2 ox	Collagene α-1 (I) Collagene α-2 (I) Collagene α-1 (II)
2131.05	X	X	GVQGPPGPAGPRGANGAPGNDGAK + 2 ox GLPGVAGSVGEPGPLGIAGPPGAR + 3 ox GMPGPQGPRGDKGETGEAGER + 3 ox	Collagene α-1 (I) Collagene α-2 (I) Collagene α-1 (II)

Le analisi delle opere d'arte hanno evidenziato la difficoltà nel ritrovare eventuali segnali riconducibili a peptidi di proteine di uovo, come riscontrato già nei provini pittorici a base di uovo, dove l'identificazione del legante si è rivelata abbastanza ardua. Questo potrebbe essere dovuto ad alcuni fattori che riducono la solubilità delle proteine come le modifiche post-traduzionali tipo la glicosilazione [20], la polimerizzazione dell'ovalbumina, che è un fenomeno caratteristico dei processi di invecchiamento, e l'azione inibitoria delle stesse nei confronti dell'attività della tripsina [21]. Per tale motivo abbiamo modificato leggermente il protocollo caricando nel gel due enzimi, tripsina e chimotripsina, per aumentare la frequenza di taglio e permettere la digestione anche di proteine idrofobiche e polimerizzate. I risultati preliminari sui provini hanno evidenziato un grande potenziale di questa strategia che sarà verificata in futuro anche su campioni reali.

BIBLIOGRAFIA

[1] Y. Zhang, B. R. Fonslow, B. Shan, M.-C. Baek, and J. R. Yates, "Protein Analysis by Shotgun/Bottom-up Proteomics," in "*Chemical Reviews*", 2013, American Chemical Society, pp. 2343–2394.

[2] P. Cicatiello, G. Ntasi, M. Rossi, G. Marino, P. Giardina, and L. Birolo, "Minimally Invasive and Portable Method for the Identification of Proteins in Ancient Paintings," in "*Analytical Chemistry*", 2018, American Chemical Society, pp. 10128–10133.

[3] M. Manfredi *et al.*, "Method for Noninvasive Analysis of Proteins and Small Molecules from Ancient Objects," in "*Analytical Chemistry*", 2017, American Chemical Society, pp. 3310–3317.

[4] C. D. Calvano, E. Rigante, R. A. Picca, T. R. I. Cataldi, and L. Sabbatini, "An easily transferable protocol for in-situ quasi-non-invasive analysis of protein binders in works of art," in "*Talanta*", 2020, Elsevier, p. 120882.

[5] S. Kuckova, P. Cejnar, J. Santrucek, and R. Hynek, "Characterization of proteins in cultural heritage using maldi-tof and lc-ms/ms mass spectrometric techniques," *Physical Sciences Reviews*. De Gruyter, 01-May-2019.

[6] R. Vinciguerra *et al.*, "Identification of proteinaceous binders in paintings: A targeted proteomic approach for cultural heritage," in "*Microchemical Journal*", 2019, Elsevier, pp. 319–328.

[7] E. Barberis *et al.*, "Towards the non-invasive proteomic analysis of cultural heritage objects," in "*Microchemical Journal*", 2018, Elsevier Inc., pp. 450–457.

[8] M. G. Giuffrida, R. Mazzoli, and E. Pessione, "Back to the past: deciphering cultural heritage secrets by protein identification," in "*Applied Microbiology and Biotechnology*", 2018, Springer Verlag, pp. 5445–5455.

[9] S. Kuckova, P. Cejnar, J. Santrucek, and R. Hynek, "Characterization of proteins in cultural heritage using MALDI–TOF and LC–MS/MS mass spectrometric techniques," in "*Physical Sciences Reviews*", 2018, Walter de Gruyter GmbH.

[10] M. Mackie *et al.*, "Palaeoproteomic Profiling of Conservation Layers on a 14th Century Italian Wall Painting," in "*Angewandte Chemie International Edition*", 2018, pp. 7369–7374.

[11] I. D. van der Werf, C. D. Calvano, G. Germinario, T. R. I. Cataldi, and L. Sabbatini, "Chemical characterization of medieval illuminated parchment scrolls," in "*Microchemical Journal*", 2017, Elsevier Inc., pp. 146–153.

[12] C. D. Calvano, I. D. van der Werf, F. Palmisano, and L. Sabbatini, "Identification of lipid- and protein-based binders in paintings by direct on-plate wet chemistry and matrix-assisted laser desorption ionization mass spectrometry," in "*Analytical and Bioanalytical Chemistry*", 2015, Springer Berlin Heidelberg, pp. 1015–1022.

[13] S. Fiddyment *et al.*, "Animal origin of 13th-century uterine vellum revealed using noninvasive peptide fingerprinting," in "*Proceedings of the National Academy of Sciences*", 2015, Proceedings of the National Academy of Sciences, pp. 15066–15071.

[14] T. Tripković *et al.*, "Identification of protein binders in artworks by MALDI-TOF/TOF tandem mass spectrometry," in "*Talanta*", 2013, pp. 49–61.

[15] S. Dallongeville *et al.*, "Proteomics applied to the authentication of fish glue: application to a 17th century artwork sample," in "*The Analyst*", 2013, pp. 5357–5364.
[16] M. P. Colombini and F. Modugno, *Organic Mass Spectrometry in Art and Archaeology*, in "*Organic Mass Spectrometry in Art and Archaeology*", 2009, John Wiley and Sons.
[17] J. A. L. Domingues, N. Bonelli, R. Giorgi, E. Fratini, F. Gorel, and P. Baglioni, "Innovative Hydrogels Based on Semi-Interpenetrating p(HEMA)/PVP Networks for the Cleaning of Water-Sensitive Cultural Heritage Artifacts," in "*Langmuir*", 2013, pp. 2746–2755.
[18] C. Mazzuca, G. Poggi, N. Bonelli, L. Micheli, P. Baglioni, and A. Palleschi, "Innovative chemical gels meet enzymes: A smart combination for cleaning paper artworks," in "*Journal of Colloid and Interface Science*", 2017, Academic Press Inc., pp. 153–164.
[19] A. Chambery *et al.*, "Improved procedure for protein binder analysis in mural painting by LC-ESI/Q-q-TOF mass spectrometry: Detection of different milk species by casein proteotypic peptides," in "*Analytical and Bioanalytical Chemistry*", 2009, pp. 2281–2291.
[20] R. Vinciguerra *et al.*, "Deglycosylation Step to Improve the Identification of Egg Proteins in Art Samples.," in "*Analytical chemistry*", 2015, pp. 10178–82.
[21] S. Nakamura, M. Nagao, and R. Suzono, "Distribution of trypsin inhibitors in the egg white proteins of various birds," in "*Comparative Biochemistry And Physiology*", 1966, pp. 937–950.

CONSERVAZIONE PREVENTIVA

PROPOSTA METODOLOGICA PER LA GESTIONE DELLA CONSERVAZIONE PREVENTIVA DEL FONDO STORICO DELL'ACCADEMIA DI BELLE ARTI DI BOLOGNA

Veronica Barbera*, Lucia Vanghi, Anna Medori*****

** Restauratrice, diplomata presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna PFP2, port. +39 340 318 0059, vero.barbera@libero.it
** Restauratrice, docente di Restauro presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, via Belle Arti 54, 40126 Bologna, port. +39 349 4978619, lucia.vanghi@gmail.com
***Restauratrice, docente presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, via Belle Arti 54, 40126 Bologna, anna.medori@ababo.it

Abstract

L'Accademia di Belle Arti di Bologna, fin dalla sua fondazione, si è configurata come un'importante istituzione per la produzione artistica, e per questo al suo interno si concentra una quantità elevata di opere d'arte. Si tratta di un Fondo Storico di grande significato e potenziale informativo proprio perché vi si custodiscono testimonianze preziose per la comprensione dei percorsi didattici di grandi artisti e la storia delle sperimentazioni artistiche nel tempo. Patrimonio che è stato seguito, studiato e gestito dall'amministrazione interna, e con particolare attenzione da storici dell'arte, archivisti e specialisti nel settore, ma che non sempre è stato possibile mantenere integro.
Lo studio e l'inventariazione tradizionale di queste informazioni da soli, ad oggi, non sono sufficienti per ottenere un'efficace conservazione di un Patrimonio così vasto e variegato. A supporto delle tante attività di gestione può venire la pratica della conservazione preventiva.
Essa infatti, si configura come un momento di studio, applicazione e approfondimento, in grado non solo di mantenere al meglio le condizioni conservative delle opere, ma anche di favorire la condivisione e l'ampliamento delle conoscenze in merito alla collezione; tutto questo può agevolare il lavoro delle figure professionali che entrano in contatto con le opere e la loro documentazione. In questa accezione, quindi, la circolazione delle informazioni e la loro corretta gestione in un unico spazio di archiviazione, simultaneamente accessibile da parte di tutti gli addetti ai lavori, può essere uno strumento di comune utilità.
Considerato ciò, non è un caso che l'evoluzione della conservazione preventiva e la pratica gestionale di grandi collezioni, faccia sempre più riferimento a sistemi informativi digitali o piattaforme di condivisione internet, dato che la tecnologia e l'informatica si inseriscono come supporto organizzato e strutturato alle relazioni tra tecnici e specialisti. Si tratta, quindi, di strumenti che agevolano il confronto tra i diversi protagonisti della conservazione dei Beni Culturali, e la lettura delle informazioni che li accompagnano nel tempo.
La possibilità di integrare la gestione e la condivisione delle informazioni in un sistema digitale unitario è stata affrontata nell'ambito di un progetto di tesi**[1]** e sperimentata in diversi cantieri scuola organizzati dall'Accademia di Belle Arti di Bologna. Le esperienze fatte hanno aperto la strada all'applicazione della metodologia studiata a supporto della gestione interna del Patrimonio Storico dell'Accademia; questo è stato possibile attraverso la progettazione di un database in ambiente *Cloud computing*, capace di coordinare e programmare specifiche campagne di manutenzione delle opere e il riordino delle informazioni ad esse relative, ponendo attenzione alla varietà d'insieme e alle specifiche necessità.

Introduzione

Per conservazione preventiva si intende una serie di azioni che diventano propedeutiche ai fini di prevenire o ritardare l'intervento diretto di restauro. Si tratta di varie operazioni che si concentrano sull'applicazione di un piano manutentivo di prevenzione dei rischi dovuti a fattori ambientali, antropici, accidentali e traumatici. Il legame con il restauro di tipo straordinario si scinde sotto l'aspetto della criticità di intervento, per dare maggior peso allo studio dei materiali e alla possibilità di evitare problematiche di invecchiamento e alterazione che potrebbero compromettere la leggibilità dell'opera. Questo vale in particolare di fronte a grandi collezioni o accorpamenti di opere di diversa entità, tecnica e materiale, o in presenza di ambienti difficili da adattare alle differenti esigenze conservative dei manufatti: situazioni, queste, tutte riscontrabili nel caso del patrimonio storico artistico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, il così detto Fondo Storico.
Alla pratica della conservazione preventiva, che si compone di alcune operazioni basilari, come per esempio la spolveratura periodica, si affianca necessariamente lo studio, la progettazione e l'utilizzo di strumenti in grado di gestire e integrare lo svolgimento delle diverse attività, quali schede conservative, tabelle riassuntive o cataloghi ragionati. Questi strumenti sono utili per il riconoscimento dell'entità di un particolare dato o informazione in

relazione alla pratica, ai propositi e agli obiettivi della conservazione dei Beni Culturali. Si tratta, quindi, di strumenti che veicolano e raccolgono una grande varietà di informazioni, utilizzabili sia per futuri interventi di restauro o conservazione, sia nella gestione stessa della collezione o della sua valorizzazione. A loro volta questi strumenti devono essere gestiti al meglio per essere rintracciabili in un unico ambiente di lettura, semplice, veloce e il più possibile accessibile.
Alla progettazione di un piano strategico di conservazione preventiva si deve quindi affiancare lo studio di un metodo di archiviazione e gestione dei dati che tenga conto di alcuni requisiti di base:

- *il miglioramento o l'agevolazione dell'azione conservativa*, programmando periodicamente gli interventi e il monitoraggio con l'osservazione diretta da parte di figure competenti;
- *il mantenimento delle opere in un circuito di continua e periodica conservazione*;
- *la creazione di uno strumento di raccolta e gestione di tutte le tipologie di informazioni* prodotte durante le varie attività programmate nel processo di conservazione e studio di opere e ambiente, in cui tale raccolta non sia semplice archiviazione, ma una possibilità di condivisione (Figura 1);
- *il riscontro costruttivo tra le diverse figure professionali coinvolte*, in tempi rapidi e con un linguaggio comune, sia dal punto di vista tecnico-verbale, sia grafico-rappresentativo.

Appare inoltre evidente che senza un processo metodologico, e soprattutto senza la comprensione dei suoi aspetti costitutivi (Figura 2), non ci potrebbe essere un piano di conservazione preventiva efficace, ed eventualmente ritrattabile. Questa catena, di per sé, dà origine a un sistema informativo**[2]** che troverà nella pratica periodica un'attuazione concreta e funzionale. Date queste premesse, l'obiettivo primario della metodologia proposta, per una corretta conservazione delle opere, risulta essere il mantenimento di un sistema di circolarità e connessione tra le informazioni prodotte e la pratica della conservativa programmata. Infine, poiché il Fondo Storico oggetto del nostro interesse appartiene a un'Accademia che include tra i suoi insegnamenti quello del restauro, e si è voluto coinvolgere nel progetto conservativo sia docenti che studenti di questa disciplina, il sistema messo in atto doveva necessariamente essere caratterizzato dalla semplicità di utilizzo e dall'ampia diffusione dei programmi messi a disposizione.

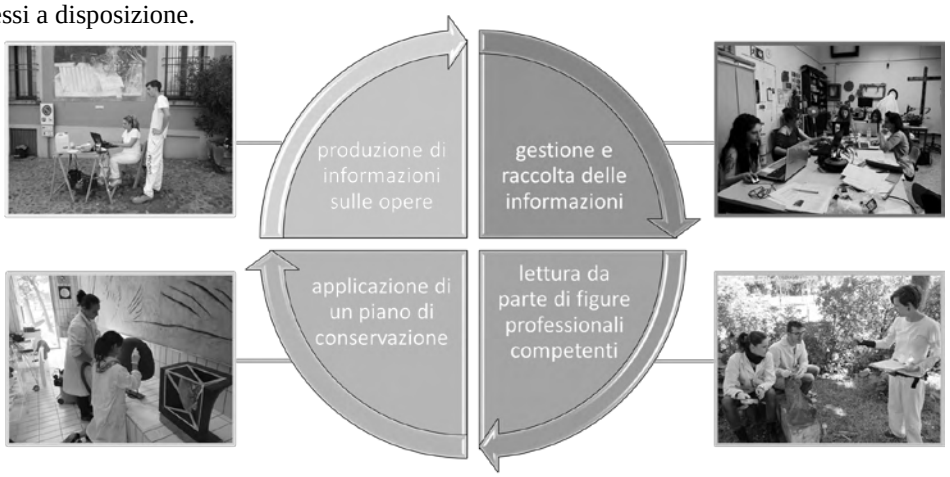


Figura 1: schema di produzione, lettura e gestione delle informazioni e loro proiezione di sperimentazione durante i cantieri scuola organizzati dall'Accademia di Bologna

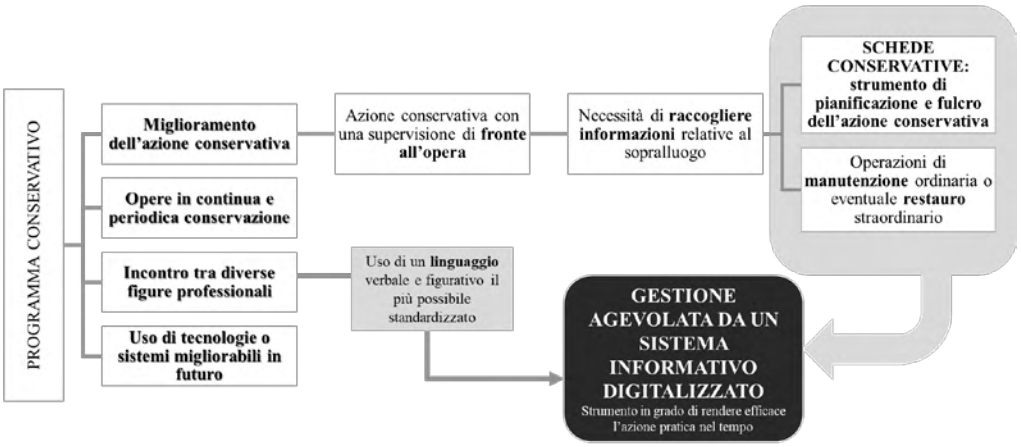


Figura 2: schema di elaborazione degli aspetti costitutivi della metodologia studiata

Il Fondo Storico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna

Il Fondo Storico dell'Accademia di Bologna è così composto: *Quadreria*, *Gabinetto di Disegni e Stampe*, *Gipsoteca e Sculture*, *Biblioteca Storica*, *Archivio Storico*; per capirne meglio la qualità occorre tracciare in breve la storia della sua formazione.

L'Accademia Clementina nasce nel 1710 grazie a Ferdinando Marsili e Giampiero Zanotti, con sede a Palazzo Poggi. È in questa sede che si comincia a formare il primo embrione del Fondo Storico con varie donazioni da parte dei due fondatori e di eminenti personalità, tra cui il bolognese Papa Benedetto XIV. Nel 1802 l'Accademia Clementina diviene l'Accademia Nazionale, con nuova e attuale sede presso l'ex Convento di S. Ignazio. Nel corso del tempo l'Accademia si istituzionalizza assieme al suo Fondo Storico, incrementato da ulteriori donazioni di filantropi e artisti, in particolare Accademici d'Onore; inoltre il Fondo continua ad arricchirsi di opere prodotte nell'ambito di Premi Accademici da parte di allievi eminenti che diventeranno le figure di spicco nell'ambito artistico bolognese: in particolar modo si ricordano i *Premi Marsili-Aldrovand*i e i *Premi Curlandesi* organizzati tra i principali percorsi di formazione proposti dall'Accademia (soprattutto Pittura, Scultura, Decorazione e Ornato, Architettura). Il Fondo Storico, quindi, si compone di una consistente collezione, comprendente opere scultoree, gessi, calchi storici e bassorilievi, dipinti, disegni, bozzetti, nonché libri, documenti e Atti dell'Accademia stessa, questi ultimi custoditi nell'*Archivio Storico*. La varietà di materiali è notevole e spazia da opere in gesso, marmo, bronzo, legno e terracotta, dipinti su tela e tavola, disegni, acquarelli e gouache, fino a opere polimateriche composte da cera, legno e terracotta. Tra i pezzi degni di nota citiamo vari modelli in scala di obelischi e macchine ingegneristiche; e poi ancora opere di Alessandro Algardi, Giuseppe De Maria, Francois Duquesnoy, dipinti di Pelagio Palagi, Daniel Duprè, Andrea Appiani e Vittorio Matteo Corcos, nonché il prezioso *Gabinetto di Disegni e Stampe* composto da bozzetti, progetti e album di Antonio Basoli. Non dimentichiamo, infine, il patrimonio di mobili, suppellettili e cornici cinquecentesche, una delle quali attribuita a Prospero Fontana.

Altrettanto varie sono le criticità conservative: oltre alla grande quantità di specifici manufatti, materiali e tecniche costitutive anche sperimentali, è da tenere in considerazione il grande flusso di studenti che quotidianamente entrano in contatto con le opere del Fondo, nonché le difficoltà di allestimento e conservazione negli spazi forniti dall'edificio storico, che spesso coincidono con le aule di insegnamento e i corridoi principali. Negli ultimi anni c'è stato un notevole impegno per il riallestimento degli spazi, soprattutto in *Aula Magna* e negli ambienti di maggiore accessibilità, nonchè un importante recupero di opere rimaste per anni nei depositi. Si tratta di operazioni volte alla messa in sicurezza delle opere, e alla fruibilità da parte dei visitatori esterni, sempre più numerosi. Tutto questo lavoro ha coinvolto docenti, studenti e personale accademico interno, ed ha comportato ricerche d'archivio, ritrovamenti, interventi manutentivi e di restauro, che dovevano essere man mano documentati.

Struttura della proposta metodologica e strumenti di gestione

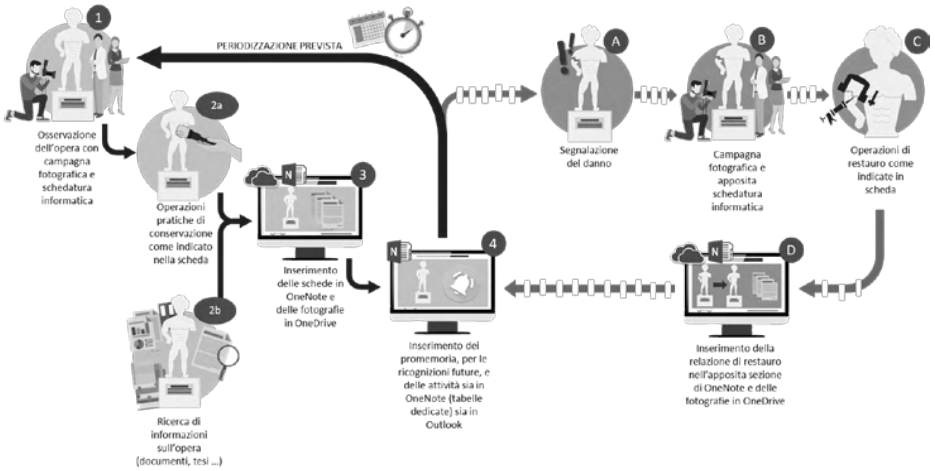


Figura 3: schema del processo metodologico con le varie tappe sia per la programmazione degli interventi periodici sia per eventuali interventi straordinari

Circoscritti il campo di applicazione ed i presupposti metodologici del sistema, si è passati a definire il processo esecutivo (Figura 3), il circuito in grado di mettere in relazione pratica diretta e raccolta informatizzata delle informazioni. Nella pratica, a un primo approccio diretto tra docenti, studenti e manufatto segue la compilazione della scheda conservativa e l'attuazione del piano di manutenzione stabilito; contemporaneamente vengono

eseguite sintetiche ricerche storico artistiche, di inventario o su interventi pregressi delle opere monitorate, da inserire negli appositi spazi predisposti nel Sistema Informatico. Infine, sempre nel Sistema Informatico viene programmata la successiva attività di ricognizione in cui non solo verrà revisionata l'opera, ma anche le informazioni registrate precedentemente. Il sistema vale anche al momento di eventuali segnalazioni di danno o di condizioni conservative precarie, tali da rendere necessario un intervento straordinario, a prescindere dalla programmazione delle ricognizioni. Mentre l'opera entra in un circuito di revisione generale, di opportuna diagnostica e restauro, tutte le informazioni prodotte durante l'intervento verranno archiviate nel Sistema Informatico e messe a disposizione di tutti i professionisti coinvolti per qualsiasi attività inerente alle singole opere (studio, ricerca, movimentazione per prestito, spostamenti, revisioni etc…).

Come già accennato, lo strumento digitale che permette l'archiviazione delle informazioni da parte di più utenti, anche contemporaneamente, deve necessariamente avvalersi di uno spazio digitale condiviso. Oggigiorno, è possibile utilizzare piattaforme *Cloud Computing*, rese disponibili dalle principali aziende informatiche con costi relativamente contenuti, in grado di garantire vari livelli di sicurezza dei dati, sistemi sempre più sofisticati e adattabili ad ogni esigenza di archiviazione, nonché una grande varietà di applicazioni di produttività nel lavoro sempre aggiornate all'ultima versione. È comunque da tenere in considerazione che questi sistemi presentano alcuni limiti di accessibilità, in particolare a utenti non specialistici.
Nel caso specifico di questo progetto è stata selezionata la piattaforma *Cloud Computing* fornita da *Microsoft™*, ovvero *Microsoft for Education***[3],** in quanto permette di archiviare una grande quantità di informazioni in uno spazio *Cloud* con accesso privilegiato per gli addetti ai lavori, e con l'eventuale possibilità di visualizzazione per fruitori esterni; il tutto in piena sicurezza informatica. La piattaforma è stata selezionata non solo per le funzionalità fornite, ma anche per la sua **semplicità di utilizzo** e **l'ampia diffusione dei programmi messi a disposizione**. L'applicazione *Cloud* che regge l'intero sistema, *OneDrive,* sfrutta le funzionalità messe a disposizione da due applicazioni comprese nella piattaforma, ovvero *Outlook To Do* e *OneNote*. Il primo permette di programmare le attività da svolgere, fornendo un valido supporto alla periodizzazione degli interventi. Con il secondo programma, *OneNote***[4]** è invece possibile creare veri e propri registri per l'inventario delle opere e il contenimento di schede conservative e relazioni di restauro; nello specifico sono stati creati:

- **Un registro *Tabelle Generali*** (con *Catalogo Generale*) utile per mantenere sotto controllo tutte le informazioni relative alle singole opere del Fondo Storico e la loro distribuzione topografica nei diversi ambienti dell'Accademia.
- **Sei registri,** distinti per raggruppamenti di opere in collezioni e in relazione alla tipologia di manufatto (*Gipsoteca*, *Sculture*, *Gabinetto disegni e stampe, Biblioteca Storica*, *Dipinti*, *Arredi e mobili*), utili per monitorare lo stato di conservazione delle singole opere. In questi registri, infatti, si trovano le informazioni generali di ogni manufatto, compresa la cronologia delle schede conservative compilate durante le ricognizioni periodiche, la possibilità di programmare i monitoraggi, e uno spazio di archiviazione delle relazioni di intervento straordinario o restauro. All'interno dei sei registri ogni opera ha una propria pagina di resoconto con l'immagine, i dati anagrafici, l'ubicazione segnata nella pianta dell'Accademia e una tabella che riporta la cronologia degli interventi eseguiti. Ad ogni pagina di resoconto sono associate, grazie a un collegamento ipertestuale, le schede conservative di volta in volta compilate e contenute dal sistema, tutte visibili in ordine strettamente cronologico. Le schede sono state elaborate partendo da vari modelli di riferimento**[5].** Le voci comprendono informazioni di carattere anagrafico e morfologico dell'opera, la descrizione dell'ambiente di collocazione con la determinazione dei parametri termoigrometrici rilevati, la descrizione dello stato di conservazione con una sua valutazione complessiva, e la descrizione degli interventi di manutenzione effettuati (Figura 4).



Figura 4: esempio di tabella presente nel registro *Sculture,* con accesso diretto alla pagina di riepilogo di ogni opera, dove sono catalogate, in ordine cronologico tutte le schede conservative

Prime esperienze sul campo: i Cantieri Scuola

La metodologia oggetto del presente contributo è nata per esigenze interne all'Accademia, quali la conservazione delle opere facenti parte il Fondo Storico e la possibilità di abbinare la formazione degli studenti della Scuola di Restauro a campagne di ricognizione e manutenzione, ed è maturata nel corso di ripetute esperienze sul campo. Esemplare in questo senso è stata la campagna di spolveratura delle opere in marmo vincitrici del *Premio Baruzzi***[6],** in cui è stato sperimentato l'approccio di osservazione diretta e pratica della manutenzione, associato alla compilazione cartacea di schede conservative appositamente predisposte.
La definizione metodologica e i principali programmi utilizzati per il Sistema Informatico sono stati studiati e revisionati su altre tipologie di collezioni o accorpamenti di opere. Questo non solo per testare la validità della metodologia studiata ma per osservare quanto il sistema possa integrarsi e adattarsi a collezioni diverse, senza tralasciare mai l'obiettivo principale della proposta. In questo i Cantieri Scuola organizzati dall'Accademia con altre istituzioni sono stati fondamentali banchi di prova. Un primo approccio conoscitivo dei programmi è stato testato durante il cantiere di manutenzione di oggetti di cultura africana della Collezione *Mizzau Contento*, presso il Centro Studi Amilcar Cabral di Bologna. Con i Cantieri Scuola per la manutenzione e il restauro delle opere d'arte contemporanea di Dozza Imolese, realizzate su muro con tecniche contemporanee e tradizionali, è stato possibile agevolare la compilazione delle schede conservative in digitale; inoltre è stato realizzato un archivio unico di studio e confronto delle informazioni ricavate dall'osservazione diretta delle opere. Un ulteriore banco di prova è stato il progetto di manutenzione e revisione conservativa delle opere di arte contemporanea della Casa Museo Remo Brindisi di Comacchio, iniziato nel 2015 e tutt'ora in corso. In questo caso il sistema, mettendo a disposizione di docenti e studenti tutte le schede conservative compilate negli anni precedenti, permette di tenerne costantemente monitorato lo stato di conservazione, e in base alle osservazioni fatte, seguire un'unica strategia conservativa per i singoli manufatti, nel rispetto della circolarità e disposizione delle informazioni prodotte.

Applicazioni pratiche all'interno del Fondo Storico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna.

Grazie alle esperienze di cantiere, si è potuto iniziare ad applicare il sistema per la gestione della conservazione preventiva al Fondo Storico dell'Accademia. Fino ad oggi sono stati seguiti due percorsi, uno di carattere generale ed uno mirato a casi particolari.

Applicazioni pratiche di carattere generale

Il primo approccio alla metodologia ha riguardato la conoscenza degli oggetti componenti il Fondo Storico, la loro conformazione materiale e la loro ubicazione nei locali dell'Accademia, attraverso un'accurata campagna fotografica (Figura 5-6). Le medesime fotografie sono state sfruttate per la realizzazione del Sistema Informatico, e la costruzione dei registri costitutivi. Contemporaneamente sono state attivate campagne di documentazione fotografica maggiormente dettagliate sui singoli manufatti per realizzare una banca dati su *OneDrive* (Figura 7). L'utilità di questa operazione, tutt'ora in corso, ha permesso un primo confronto diretto tra responsabili del Fondo Storico e restauratori per attivare le prime campagne di ricognizione, spolveratura e intervento straordinario. Parallelamente, è stato predisposto un programma formativo per studenti, docenti e responsabili del Fondo Storico con lezioni frontali e la realizzazione di specifici libretti di istruzione. Ovviamente la formazione sul processo e sulle dinamiche di azione della conservazione preventiva è necessariamente proseguita sul campo, all'atto pratico, dove non sono mancati momenti di confronto, dibattito e miglioramento del Sistema Informatico stesso.



Figura 5-6-7: foto di ricognizione e di dettaglio degli ambienti dell'Accademia e dell'allestimento opere

Contestualmente alle attività didattiche sono state programmate alcune campagne di ricognizione dello stato di conservazione e di spolveratura di alcuni settori dell'Accademia. Nello specifico, riportiamo due casi studio:

a. *Ricognizione dello stato di conservazione presso la Quadreria dell'Accademia*
L'approccio alla ricognizione è stato gestito da docenti**[7]** e studenti sfruttando il database come strumento conoscitivo e di inquadramento dei dipinti dell'*Aula Clementina*; contemporaneamente il lavoro svolto ha permesso di ampliare le conoscenze sulle singole opere. Ogni dipinto è stato analizzato in loco, revisionato fronte-retro, e le rispettive cornici sono state descritte e analizzate nel dettaglio. Attraverso la schedatura digitalizzata è stato possibile attribuire uno stato di conservazione specifico per ogni singola opera (buono, mediocre e cattivo), e soprattutto è stato definito un piano di manutenzione unico per ogni manufatto, programmato periodicamente (Figura 8-9). Le opere in mediocre o cattivo stato di conservazione sono state segnalate nel database per un'ulteriore revisione e monitoraggio, visibile sia da restauratori sia dall'Amministrazione interna. In alcuni casi si è reso opportuno suggerire piccoli interventi straordinari di riparazione o restauro. Di significativo interesse è stato l'approccio diretto con le singole opere nel loro ambiente di conservazione e con le informazioni ad esse relative, nonché la possibilità di una lettura delle specifiche informazioni resa simultanea dalla consultazione diretta del database.

b. *Spolveratura e manutenzione dei Premi Marsili e Aldrovandi in gesso, marmo e terracotta*
Lo stesso tipo di approccio ha reso possibile la campagna di spolveratura e manutenzione dei Premi Accademici (oltre ai *Premi Baruzzi* già accennati, alcuni *Premi Marsili* e *Aldrovandi*) disposti lungo le pareti dei corridoi dell'Accademia (*Corridoio Didattica* e *Ala Collamarini*). Anche in questo caso i manufatti sono stati osservati da studenti e docenti**[8],** descritti nella loro costituzione e nel loro stato di conservazione per mezzo delle schede fornite dal sistema, e successivamente è stato applicato il piano di manutenzione progettato (Figura 10). In questo caso le schede conservative sono state compilate prima su supporto cartaceo e poi revisionate e inserite nel Sistema Informatico, definendo un programma complessivo per futuri interventi periodici. Oltre alla spolveratura sono stati eseguiti alcuni interventi di manutenzione, soprattutto su opere inamovibili e a diretto contatto con il flusso quotidiano di studenti e personale interno. La ricognizione, infine, è stata utile per analizzare e segnalare lo stato di conservazione dei Gessi storici con particolari problemi conservativi, risolvibili solo con opportuno restauro. Tutte queste informazioni sono state poi digitalizzate e archiviate nel sistema, rese visibili ai coordinatori della Scuola di Restauro e ai responsabili del Fondo Storico, in modo da programmare nel dettaglio futuri interventi di restauro oltre alle campagne di spolveratura e manutenzione in relazione alle diverse necessità.



Figura 8-9-10: attività interne di spolveratura, revisione e manutenzione con compilazione delle schede conservative digitalizzate

Interventi straordinari: casi specifici

La scuola di Restauro dell'Accademia, da sempre partecipa alla conservazione e al restauro delle opere del Fondo Storico con la programmazione di interventi di manutenzione, restauri straordinari, Tesi di Diploma, e, infine, con la progettazione di utili accorgimenti conservativi, come casse per la movimentazione, nuovi sistemi di allestimento o ripensamento degli spazi espositivi.

Anche in questo caso il Sistema Informatico si è rivelato uno strumento di supporto per ordinare coerentemente le informazioni prodotte ed evitarne la dispersione. Le relazioni sono descrittive e permettono al restauratore di inserire nello stesso file alcune immagini significative dell'intervento, assieme ad allegati quali mappature, grafici, o file diagnostici forniti da specialisti ed esperti coinvolti.
Inoltre, il sistema permette di archiviare nelle tabelle riassuntive delle singole opere, anche libretti di istruzione o file multimediali per il montaggio-smontaggio di elementi reversibili, per la costruzione delle casse di movimentazione, o di sistemi di aggancio a parete studiati in laboratorio. Vengono quindi raccolte tutte le proposte di manutenzione e conservazione preventiva che il docente e gli studenti determinano nelle relazioni di restauro o in fase di tesi.

a. *Caso studio: Ricostruzione di una cornice per la conservazione del modello ligneo di Filippo Della Valle*
Il *Modello ligneo per un monumento a Benedetto XIV* di Filippo Della Valle, realizzato su struttura lignea con applicazioni in cera resina argentata e dipinta, necessitava di una manutenzione accurata, opportunamente eseguita in laboratorio e documentata con una relazione di intervento secondo il modello definito nel database. È stata compilata anche la scheda conservativa al momento di ricollocazione dell'opera e predisposto il controllo periodico, viste le criticità conservative della cera resina argentata**.** A seguito dell'intervento di manutenzione si è osservato come il sistema di aggancio a parete e di protezione da urti accidentali non fosse adeguato, anche a causa della particolare conformazione a T del supporto. È stata, quindi, realizzata una nuova cornice adatta anche per la protezione degli elementi in cera aggettanti, e con un migliore sistema di ancoraggio a parete. Tutte queste informazioni, raccolte sotto forma di istruzioni di montaggio-smontaggio della cornice e di progettazione della cassa, sono state registrate e allegate nel Sistema Informatico, quindi rese visibili a tutti gli addetti ai lavori (Figura 11).

b. *Opere oggetto di tesi e informazioni sui sistemi di movimentazione o manipolazione*
È il caso, per esempio, del progetto di una cassa per la movimentazione del *Modello della Fontana dei Quattro Fiumi* di Bernini, abbinato alle istruzioni fornite dallo studente laureando per il montaggio-smontaggio delle integrazioni reversibili realizzate durante il restauro**[9]**. In questo modo è possibile indicare anche agli addetti alla movimentazione delle opere le metodologie studiate e gli accorgimenti necessari per evitare manomissioni e danni irreversibili al manufatto. In altri casi, come per esempio per il *Modello Ligneo del Monumento funebre a Benedetto XIV* di Pietro Bracci**[10]** e per il calco in gesso di *Antinoo al Bagno***[11]**, gli studi e le proposte elaborate in corso di tesi sono state utili per definirne e programmare le migliori strategie di allestimento, in funzione di una corretta conservazione dei manufatti.

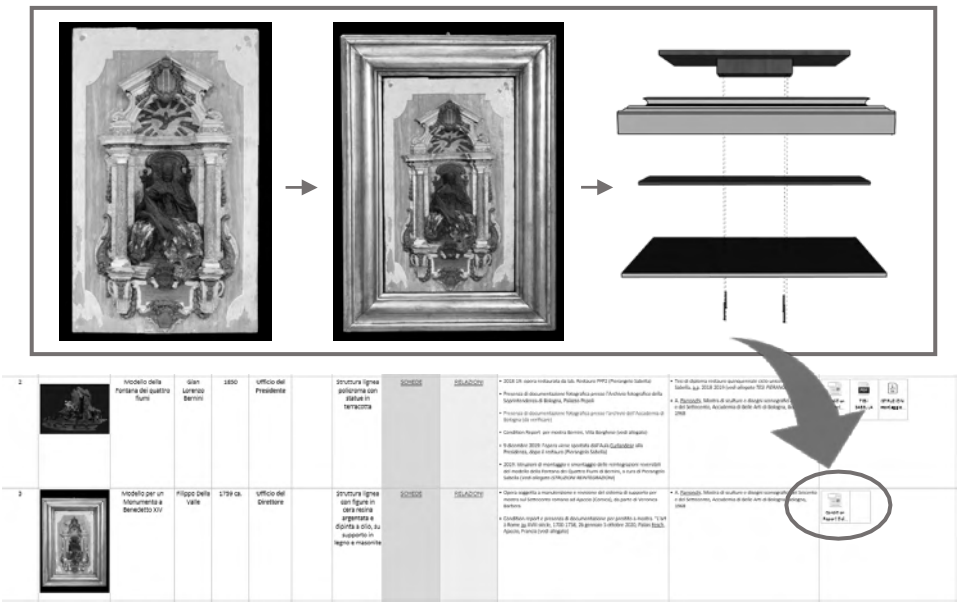


Figura 11: realizzazione della cornice contenitiva per il *Modello per un Monumento funebre a Benedetto XIV* di Filippo della Valle e inserimento della relazione e degli allegati di montaggio negli spazi del Sistema Informatico

Conclusioni

Il sistema informativo proposto si delinea come uno strumento di supporto nella pratica quotidiana di gestione e di conservazione preventiva, seguendo nel dettaglio i presupposti costitutivi della metodologia studiata. Infatti, ordina le informazioni e le gestisce in relazione alle principali attività e ne consente una periodicità operativa attraverso la programmazione, l'archiviazione delle informazioni e la loro possibilità di lettura cronologica. Inoltre, il sistema, nella sua forma digitalizzata mette in comunicazione tutti gli operatori e mantiene il sistema sempre aggiornato. In questo modo gli obiettivi principali di sistema, ovvero la circolarità delle informazioni, e la loro elaborazione e gestione in relazione alle attività pratiche di controllo, studio, manutenzione e restauro risultano coerentemente rispettati.
Molti sono ancora i margini di miglioramento, considerando il fatto che il sistema rimane ancora vincolato a un inserimento manuale dei dati, con possibili ritardi nell'inserimento di informazioni da parte del personale incaricato o l'utilizzo errato degli strumenti messi a disposizione. Per ovviare al problema la soluzione, per ora, rimane la formazione degli studenti e l'aggiornamento continuo di docenti e addetti sul processo e sul Sistema Informatico, nonché il mantenimento e l'aggiornamento costante della piattaforma *Cloud*.
La fase di inserimento dati è tutt'ora in corso di ampliamento. Nonostante il ritardo dovuto all'emergenza sanitaria da Covid-19, sono in previsione varie campagne di ricognizione, controllo e catalogazione del patrimonio librario e cartaceo presso la *Biblioteca*, *l'Archivio Storico* e il *Gabinetto dei Disegni e Stampe,* nonché ulteriori controlli programmati su opere già revisionate. Queste attività, aggiungendo nuove esperienze a quelle già effettuate, saranno occasione di verifica e miglioramento continuo della metodologia messa in atto che, grazie alla sua adattabilità e semplicità attuativa, potrebbe essere applicata anche su patrimoni storico artistici al di fuori dell'Accademia di Belle Arti di Bologna.

NOTE

[1] V. Barbera, *La Conservazione preventiva tra restauro e manutenzione, una proposta di metodo*, Tesi di Diploma Accademico di II livello-ciclo unico in Restauro, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A. 2016-2017
[2] Si tratta di una serie di strategie e di piani applicativi progettati in modo tale da gestire le informazioni ed utilizzarle secondo un fine prestabilito.
[3] Estensione di *Microsoft Office 365 for Business* dedicata a enti di istruzione, università e ricerca.
[4] Programma estremamente versatile di elaborazione di blocchi appunti, raccoglitori, note e promemoria.
[5] In particolar modo citiamo gli standard forniti dall'ICCD, l'impostazione della manutenzione periodica di Sergio Angelucci al museo Peggy Guggenheim di Venezia, e l'esperienza di schedatura e manutenzione svolta per l'IBC E.R. da Lucia Vanghi e Florence Caillaud presso la Casa Museo Remo Brindisi al Lido di Spina (Comacchio).
[6] Esperienza condotta dai docenti Lucia Vanghi e Augusto Giuffredi, con gli studenti del corso di restauro PFP1 dell'Accademia di Bologna.
[7] Esperienza condotta dai docenti Chiara Mignani e Andrea Vigna, con gli studenti del corso di restauro PFP2 dell'Accademia di Bologna.
[8] Esperienza condotta dalla docente Miriam Ricci, con gli studenti del corso di restauro PFP1 dell'Accademia di Bologna.
[9] P. Sabella, *Il Restauro del Modello Ligneo della Fontana dei Quattro fiumi di Gian Lorenzo Bernini nel Patrimonio Storico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, Tesi di Diploma Accademico di II livello-ciclo unico in Restauro, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A 2018-2019, pp.148-152
[10] V. Barbera, *Revisione Conservativa del Modello Ligneo del Monumento Funebre a Benedetto XIV di Pietro Bracci*, Tesi di Diploma Accademico di II Livello-ciclo unico in Restauro, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A 2016-2017, pp. 99-101
[11] G. Longanesi, *Il Calco di Antinoo nel bagno o Hermes: il restauro*, Tesi di Diploma Accademico di II livello-ciclo unico in Restauro, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A 2014-2015

BIBLIOGRAFIA

1. G. Urbani, *Problemi di conservazione, Commissione per lo sviluppo tecnologico della conservazione dei beni culturali,* Bologna, Compositori, 1973
2. S. Angelucci, *Il progetto conservativo per le sculture della collezione Peggy Guggenheim*, in *Arte contemporanea. Conservazione* e restauro a cura di S. Angelucci, atti del convegno (Venezia 1966), Nardini, Firenze, 1994, pp. 101-116
3. F. Caillaud, L. Vanghi, *Le sculture all'aperto della casa museo Remo Brindisi a lido di Spina: rilevamento e conservazione*, in *Meteo e Metalli. Conservazione e restauro delle sculture all'aperto*, atti della giornata studio promossa da IBC al Salone internazionale del restauro, Nardini, 2000, pp. 135-161

4. P. De Nutis, C. Guaraldi, P. Mandrioli, et al. *MUSA rete internazionale per la conservazione del patrimonio* artistico, in Rivista IBC, n°1, 2002
5. L. Corti, *I beni culturali e la loro catalogazione*, Bruno Mondadori, Milano 2003
6. *La conservazione preventiva delle raccolte museali*, a cura di C. Menegazzi, I. Silvestri, atti del convegno (Salone del restauro di Ferrara 1999), «Kermes» n°49, Nardini, Firenze, 2003
7. N. Putt, S. Slade, *Teamwork for preventive conservation*, ICCROM, Roma, 2004
8. M. Chimenti, M. Lanfranchi, P. Mariotti, *La documentazione informatica nel restauro: la cartografia tematica nel caso applicativo della cappella maggiore della Basilica di S. Croce a Firenze*, in «OPD Restauro» n°21, Centro Di, Firenze, 2009, pp.193-212
9. *ICT per il miglioramento del processo conservativo*, a cura di S. Della Torre, atti del convegno Preventive and Planned Conservation, (Monza-Mantova 5-9 maggio 2014), Nardini, Firenze, 2014
10. *La strategia della Conservazione Programmata. Dalla progettazione delle attività alla valutazione degli impatti*, a cura di S. Della Torre, atti del convegno Preventive and Planning Conservation (Monza-Mantova, 5-9 maggio 2014, Nardini, Firenze, 2014
11. G. Cassese (a cura di), *Accademie. Patrimoni di Belle Arti*, atti del convegno (13-14 giugno 2013, Napoli), Gangemi, 2013
12. Salvi, E. Tripodi (a cura di), *Ferro, Paglia e Fuoco, Dalla donazione all'esposizione. Progetto di restauro e valorizzazione della Collezione Mizzau Contento, Istituto Beni Culturali della Regione Emilia Romagna, Accademia di Belle Arti di Bologna, Biblioteca Amilcar Cabral di Bologna*, Centro Stampa regionale, Bologna, 2019

LA RISPOSTA DEL LOUVRE AL RISCHIO DI ALLAGAMENTO DEL DEPOSITO SOTTERRANEO: RICORDI DEL TRASLOCO DELLE OPERE IN UN DEPOSITO DISTACCATO E LA SUA PREPARAZIONE GRAZIE AL CANTIERE DELLE COLLEZIONI

Julie Thiaudiere*

*Restauro ceramica e mosaico, registrata come lavoratrice con partitia IVA, 4, Allée Nicolas Carnot, 93340 Le Raincy (Francia), +33629529420, thiaudierej@gmail.com

Abstract

Tenendo conto dei rischi di possibili danni, in caso di una nuova esondazione, ai sotterranei del Museo del Louvre, posizionato lungo l'argine del fiume Senna, nel 2012 fu deciso di costruire un centro di deposito distaccato a Liévin, 200 km a Nord di Parigi. Il Servizio della Conservazione Preventiva del museo, per approfondire la conoscenza delle opere e delle loro condizioni di conservazione, ha deciso di organizzare dei Cantieri delle collezioni, così da facilitare l'evacuazione delle opere in caso di emergenza e preparare il trasloco a Liévin. In quest'articolo verrà presentato il cantiere delle collezioni di una sezione del deposito di ceramiche, stucchi, legni e vetri del Dipartimento delle Antichità Greche, Etrusche e Romane del Museo del Louvre. I lavori, della durata di due mesi, iniziati nell'aprile 2019, si sono occupati di trasferire nel deposito distaccato una sezione di opere conservate in una sala di studio e un deposito.
Verranno di seguito esposti gli obiettivi del cantiere delle collezioni e il protocollo specifico istituito per affrontare le sue sfide. Una squadra pluridisciplinare, composta da diversi specialisti (conservatore, restauratore, conservatore-preventore, tecnico di conservazione, registar, archivista) ha operato sul cantiere e, di seguito, verranno presentati i ruoli attribuiti a ciascuno, durante tutte le fasi di lavoro.

Introduzione

Il Museo del Louvre di Parigi è situato in prossimità del fiume Senna, in centro città, e le sue collezioni si spartiscono tra le sale d'esposizione, nell'antica residenza reale, e i depositi sotterranei. Quest'ultimi, nel caso si verificasse un'alluvione, sarebbero soggetti al rischio di allagamento, causato dallo straripamento delle acque della Senna. 9 000 m2 di deposito sono a rischio allagamento: in caso di esondazione del fiume 150 000 opere su 250 000 sarebbero esposte. I dati statistici finora raccolti prevedono un'intensa alluvione ogni secolo; l'ultima che il Museo si è trovato ad affrontare è avvenuta nel 1910 e si teme prossimamente la cosiddetta 'alluvione centenaria'. Il Museo dispone di un piano di protezione contro i rischi di allagamento, ma il tempo di evacuazione delle opere, stimato in 72 ore, non è sufficiente per portare in salvo l'intera collezione.

Proprio per questo motivo, nel 2012 si decise di costruire un centro di conservazione distaccato, situato a Liévin, a 200 km a Nord di Parigi, accanto al Museo di Louvre-Lens, in modo tale da trasferirvi le collezioni in pericolo. In questo modo, viene così garantita la conservazione di tutte le opere non esposte al Museo, le quali verranno raccolte in questo unico edificio adeguato, dove la circolazione è fluida e la temperatura e il livello di umidità sono stabili. Il trasloco delle opere presso il Centro di Conservazione del Louvre a Liévin (CCLL) ha avuto inizio a fine 2019 e dovrebbe terminare nel 2024. Le collezioni nel deposito distaccato saranno a disposizione dei conservatori e dei ricercatori interni ed esterni al museo nell'ambito di programmi di ricerca.

Prima del trasferimento presso il nuovo centro di conservazione, a partire dal 2013, sono stati organizzati dei 'cantieri delle collezioni' **[1]** per determinare lo stato delle opere. Questi sono stati gestiti dal Servizio di Conservazione Preventiva (SCP) del Louvre che, tra i vari ruoli che ricopre, dà una notevole importanza all'ambiente di conservazione degli oggetti, monitorando i maggiori fattori di deterioramento: luce, umidità relativa e temperatura **[2]**.

Sarà di seguito spiegata l'intera procedura attuata per rispondere alle sfide di un cantiere delle collezioni; presenteremo i diversi specialisti interni ed esterni al museo che intervengono e mostreremo in che modo lavorano insieme. Sosterremo, pertanto, la nostra presentazione su un ricordo d'esperienza riguardo il cantiere delle collezioni che ha interessato una sezione del deposito di ceramiche, stucchi, legni e vetri del Dipartimento delle Antichità Greche, Etrusche e Romane (DAGER) del museo, svoltosi per 2 mesi durante il corso dell'anno 2019. Marie Petit, restauratrice di ceramica e vetro, che era il mandatario del cantiere, ha gestito la squadra degli operatori esterni (Fig. 1). Questo cantiere è stato sotto la supervisione del DAGER e del SCP del museo (Fig. 2) **[3]**.

Nomi-Cognomi	Qualificazione
Carine Bayol Axelle Bourgeois Marie Emile Claire Idrac Marie Petit Julie Thiaudière Christine Verwaerde	Restauro ceramica e vetro
Genovefa Le Bris du Rest	Restauro materiali lapidei
Claire Idrac	Conservazione preventiva
Cassandre Azaïs Manon Hamard Elodie Lépine Anna Mobius Manon Provost Jennyfer Ricros Adeline Rousseau	Tecnici di conservazione

Figura 1. Elenco degli operatori esterni: restauratori e tecnici di conservazione

DAGER		
Nomi-Cognomi	**Ruolo**	**Referente per**
Anne Coulié	Conservatore	Conservatore collezioni ceramiche greche
Sophie Padel	Archivista - DAGER	Documentazione ceramiche
Alexandra Kardianou	Archivista - DAGER	Documentazione ceramiche
Cécile Giroire	Conservatore	Conservatore collezioni vetro
Florence Speque	Archivista - DAGER	Documentazione vetri e ceramiche romane
Violaine Jeammet	Conservatore	Conservatore collezioni di terracotta
Fanny Lesèche	Registrar - DAGER	Coordinazione e seguito del cantiere per il DAGER
Céline Morisseau	Registrar - DAGER	Supporto del seguito del cantiere per il DAGER
Bertrand Mothes	Registrar - DAGER	Supporto del seguito del cantiere per il DAGER
Christine Walter	Registrar - DAGER	Supporto del seguito del cantiere per il DAGER
Hélène Maigret-Philippe	Capo dei registrar - DAGER	Supporto del seguito del cantiere
SCP		
Léa Duval	Registrar - SCP	Coordinazione e seguito del cantiere di ceramiche e vetri per il SCP
Dorothée Humbert	Registrar - DAGER	Coordinazione e seguito del cantiere di metallo per il SCP
Anne De Wallens	Capo del SCP	Referente SCP nel caso il registrar SCP fosse assente
Bertrand Le Dantec	Vicecapo SCP	Referente SCP nel caso il registrar SCP fosse assente
Marie Claire Bourdelles	Direzione della Ricerca e delle Collezioni	Referente SCP nel caso il registrar SCP fosse assente

Figura 2. Elenco degli operatori interni: membri del DAGER e membri del SCP

Presentazione del cantiere e delle sue sfide

I cantieri delle collezioni permettono di sviluppare la conoscenza delle opere e delle loro condizioni di conservazione, di facilitare la loro evacuazione in caso di emergenza e di preparare il trasloco nella sede distaccata di Liévin. Gli obiettivi sono: effettuare un bilancio sull'integrità delle opere che devono essere trasferite, aggiornare una scheda informatica relativa a ogni oggetto, valutare la possibilità di un trasferimento senza rischio, realizzare interventi di emergenza per permettere il trasloco delle opere fragili ed effettuare un condizionamento che assicura un trasloco senza rischio.

Per tutte le opere in questione presenteremo la fase di trattamento degli oggetti di ceramica, alla quale insieme al resto del team abbiamo partecipato. Le opere si trovavano nella sala di studio n° 659 della Galleria di studio Campana e nel deposito corinzio **[4]**, situato accanto. Le sale di questa galleria saranno in futuro ristrutturate per una riapertura al pubblico; le opere esposte sono, invece, state oggetto di un cantiere delle collezioni per poi essere esposte di nuovo nelle sale ristrutturate o per la maggior parte, per essere trasferite e conservate al CCLL.

Il *corpus* delle opere era principalmente costituito da vasi (piatti, vasi chiusi, vasi per bere) e statuette di terracotta. Sui 1 797 oggetti che contava il cantiere, 1 500 erano di ceramica. Il cantiere si estendeva in due sale collegate (n° 658 e 659) e chiuse al pubblico: nella sala n° 659 venivano prelevati gli oggetti ed erano lì situati i posti di trattamento di restauro; nella sala n° 658 si trovavano invece i posti di condizionamento e un'altra postazione di trattamento per il restauro.

Da una parte c'era il bisogno di rispondere alla domanda del museo chiedendo di effettuare un'analisi della collezione che doveva essere trasferita. Dall'altra parte, occorreva rispettare i tempi di trattamento imposti. Il calendario del cantiere fornito dal museo costituiva il capitolato che doveva essere seguito dalla squadra rispondendo alla domanda. Le sfide sul cantiere erano diverse perché sostanzialmente i tempi di trattamento dovevano essere seguiti, tenendo conto della gestione di un numero importante di oggetti. Occorreva poi mettere in atto un calendario di interventi, trattare materiali diversi, tracciare ogni oggetto per evitare perdite durante la procedura, gestire un cantiere che durasse nel tempo richiedendo un turno della squadra di lavoro costituita da specialisti diversi, infine realizzare un condizionamento per assicurare il trasloco e una conservazione al CCLL.

Per rispettare i tempi imposti, è stata necessaria un'importante squadra di lavoro che ha permesso di organizzare un turno di presenza quotidiana sul cantiere. I restauratori e i tecnici di conservazione che sono intervenuti sul cantiere in qualità di lavoratori indipendenti, hanno svolto molte attività contemporaneamente, pertanto, il numero elevato di lavoratori che hanno preso parte della squadra ha permesso di compensare le loro agende instabili. I

relatori interni al museo (il conservatore, l'archivista e il registrar) si sono occupati allo stesso tempo di svolgere attività legate al museo; la loro presenza sul cantiere a tempo pieno non è stata sempre possibile.
Per questo motivo, una procedura è stata messa in atto: i restauratori si occupavano della constatazione di stato e curavano gli oggetti, mentre i tecnici di conservazione prelevavano gli oggetti nelle vetrine e realizzavano il condizionamento per il trasloco e lo stoccaggio. Alcuni restauratori avevano anche la qualifica di conservatore-preventore: quello ha un ruolo di prevenire il degrado degli oggetti realizzando un condizionamento ottimale e uno stoccaggio in condizioni di conservazione adeguate. Hanno partecipato in totale 15 operatori esterni al museo.
Il conservatore e l'archivista rispondevano alle domande del team di lavoro riguardo gli aspetti storici o tipologici.
Il registrar ha in generale il compito di coordinare i movimenti delle opere e l'obiettivo di ridurre i rischi durante il trasloco e la loro manipolazione. Per questo, i registrar seguivano il cantiere delle collezioni al museo e poi il distaccamento delle opere presso il CCLL: un registrar, Léa Duval, rappresentava il SCP ed era presente sul cantiere tutti i giorni per gestire l'organizzazione e il materiale messo a disposizione; un altro registrar, Fanny Lesèche, faceva invece parte del DAGER, gestendo le attività relative ai movimenti delle opere, garantendo l'avanzamento dei lavori in cantiere. 16 operatori interni al museo assicuravano dunque una presenza quotidiana sul cantiere grazie ai turni organizzati tenendo conto delle collezioni trattate.
Il museo aveva stimato 9 settimane di lavoro per trattare 1 797 oggetti, per 5 giorni a settimana nel corso dei quali veniva richiesta la presenza di almeno 2 restauratori e 2 tecnici per rispondere ai tempi dell'esecuzione del cantiere.

La squadra pluridisciplinare, costituita da diversi specialisti, ha permesso di coinvolgere svariate qualificazioni per rispondere alle diverse domande del capitolato. Questa pluridisciplinarità, accompagnata da una presenza irregolare sul cantiere degli operatori, necessitava di mettere in atto un collegamento delle informazioni. Questa condivisione d'informazioni è stata impostata in modi diversi: da una parte una 'scheda di seguito' seguiva ogni oggetto dall'inizio alla fine della procedura e permetteva di tracciare gli oggetti nell'ambito di essa; dall'altra parte, un giornale di bordo veniva compilato ogni sera, il quale permetteva di trasmettere le informazioni importanti agli operatori che intervenivano il giorno dopo. Peraltro è stato creato un vocabolario comune per evitare di fare confusione: per esempio, le constatazioni di stato erano effettuate sul database online del museo (chiamato 'Museum Plus®') sotto forma di una lista in modo tale che i restauratori potessero scegliere i termini delle alterazioni costatate e i trattamenti realizzati tra una lista fissa. Occorreva mantenere un ritmo di trattamento di un numero importante di oggetti e questo implicava di adattare le tecniche: il restauratore faceva una constatazione di stato specifica a un trasloco, cioè valutava se l'oggetto fosse in uno stato ottimale per viaggiare, poi rilevava le alterazioni che potessero evolvere durante un trasloco per confrontare lo stato una volta arrivato al CCLL. Poi i trattamenti che dovevano superare un tempo dato (15 minuti) non potevano essere fatti nell'ambito del cantiere delle collezioni: gli oggetti che richiedevano questi trattamenti sono stati tirati fuori della procedura e saranno trattati durante una campagna futura di restauro.

La digitalizzazione delle schede degli oggetti, che erano compilate man mano sul database Museum Plus®, permetteva al registrar del SCP di seguire l'avanzamento del cantiere: 45 giorni di lavoro per trattare 1 797 oggetti necessita di seguire intensamente il cantiere a un ritmo regolare di lavoro.

La procedura: Fase 1: prelievo degli oggetti

La fase del prelievo degli oggetti aveva luogo nella sala n° 659. Le opere si trovavano in vetrine storiche o in armadi di stoccaggio istallati per la conservazione di vasi che erano stati tolti di depositi esposti al rischio allagamento (Fig. 3 e 4): erano prelevate sotto forma di insiemi e erano messe temporaneamente in casse numerate.





Figure 3. e 4. Opere conservate in vetrine, nella sala n° 659 della Galleria di studio Campana

Ogni oggetto disponeva di un numero d'inventario e di un'etichetta con codice a barre (Fig. 5) che permettevano di identificarlo. La scheda di seguito (Fig. 6) era associata ad ogni oggetto durante l'intera procedura, il quale veniva seguito man mano l'oggetto veniva trattato; la scheda era compilata dagli operatori. Quando la scheda di seguito viene stampata, permette di compilare informazioni principali dell'oggetto, come il numero d'inventario, il suo titolo nel database, le misure e il peso.



Figura 5. Etichetta con il codice a barre che accompagna l'oggetto



Figura 6. Scheda di seguito

Bisognava rispettare gli insiemi tipologici: gli oggetti sono stati prelevati da tipologie stilistiche, cronologiche o geografiche (Fig. 7). Il dipartimento del museo aveva determinato prima gli insiemi di prelievo ossia: ceramiche a vernice nera ('VN'), ceramiche ellenistiche ('CH') e ceramiche italiote ('CI'). Le casse di stoccaggio temporaneo avevano dunque un codice per identificare facilmente l'insieme sul contenuto. Non sono state modificate durante la procedura, cioè non si poteva aggiungere o togliere nessun oggetto. Le opere non si potevano muovere durante gli spostamenti tra i diversi posti di lavoro grazie a un sistema di protezione dentro le casse (schiume di polietilene e carta velina (Fig. 8)). Ogni oggetto era accompagnato da un'etichetta con il codice a barre e la scheda di seguito.



Figura 7. La cassa di stoccaggio temporaneo contiene un insieme d'oggetti coerente da un punto di vista stilistico



Figura 8. Le opere sono conservate temporaneamente accompagnate del loro codice a barre e della loro scheda di seguito

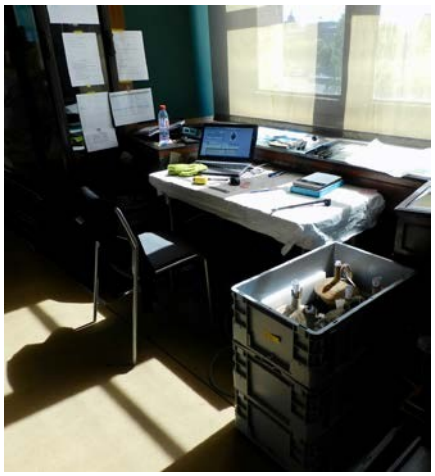


Figura 9. Posto di lavoro del restauratore

Durante questo primo passo, il conservatore e l'archivista controllavano che gli insiemi fossero rispettati quando gli oggetti erano prelevati dalle vetrine, collaboravano con il tecnico di conservazione. Si aggiungeva eventualmente un restauratore o un conservatore-preventore nel caso fossero prelevati oggetti fragili.

Fase 2: constatazione di stato: il database

Tutti i giorni, fino a 4 restauratori potevano lavorare simultaneamente. I posti di lavoro erano muniti di computer connessi al database online e di strumenti diversi (che servono a misurare o pulire gli oggetti) (Fig. 9).

Il database del museo permette di riunire tutte le informazioni riguardo un oggetto, sia storiche, iconografiche, bibliografiche, che relative alla sua conservazione (stoccaggio, stato di conservazione, trattamenti di restauro realizzati prima). La sezione 'tracciabilità' contribuiva a seguire l'oggetto durante l'intera procedura del cantiere delle collezioni. Quando il restauratore si occupava di un oggetto, specificava sul database che lo stava curando, indicando che l'oggetto era stato prelevato dalla vetrina dove era esposto e che la constatazione di stato era in corso. L'opera era così tracciata durante la procedura e alla fine di quella, quando sarà condizionata, il nuovo stato sarà anche indicato sul database. Il restauratore controllava prima di tutto che le informazioni scritte sul database fossero corrette; poteva riprendere le misure e il peso se era necessario, poteva anche modificare le informazioni sul database. Effettuava poi la constatazione di stato adattato a il trasferimento dell'oggetto, perciò si assicurava che l'oggetto potesse essere mosso senza rischi nel suo stato attuale. Al CCLL, verrà controllato lo stato dell'oggetto per verificare che non abbia subito danni durante il trasloco, grazie alla sua scheda conservativa sul database che attesta il suo stato prima di essere trasferito.

Fase 3: interventi di restauro

Quando l'opera era stata constatata, il restauratore poteva curarla: pulizie, incollaggio di frammenti o rincollaggio di etichette, consolidamento di superficie e di struttura, nella misura in cui il trattamento non superava un tempo dato. Il metodo di pulizia era adattato allo stato di conservazione dell'oggetto: venivano usati pennelli più o meno morbidi, gomme o panni in microfibra. Se la superficie di un oggetto non era particolarmente fragile, un aspirapolvere munito di un filtro HEPA veniva usato.

I frammenti erano incollati con una resina acrilica Paraloïd® B72 al 40-50% in acetone, mentre l'incollaggio d'etichette era fatto con una resina cellulosica Klucel® G. I consolidamenti di struttura o di superficie erano effettuati con una resina acrilica in emulsione (Plextol® B500) o una resina acrilica in dispersione (Primal® E330). Ricordiamo che tutti i prodotti chimici utilizzati erano conservati in un armadio per i solventi chiuso.

Il restauratore poteva anche raccomandare un condizionamento specifico per il trasferimento e lo stoccaggio: proponeva ad esempio l'utilizzo di una stoffa non tessuta, come il Tyvek®, nel caso un oggetto avesse una superficie fragile. Se la fotografia d'identificazione dell'oggetto mancava sul database, il restauratore la faceva. Occorrevano fotografie omogenee, con lo stesso fondo e la stessa regola di misura. Tutti gli oggetti erano anche

fotografati con il loro numero d'inventario e l'etichetta che contiene il codice a barre. Una zona per realizzare le fotografie era installata accanto agli posti dei restauratori, lucci specifiche erano usate.

Si assicurava infine che la marcatura dell'oggetto fosse corretta e leggibile, altrimenti la correggeva. La marcatura veniva fatta con l'inchiostro di china con la penna, tra due strati di Paraloïd® B72 diluito nell'acetone a 20%.

Quando l'oggetto era constatato, veniva rimesso nella cassa di stoccaggio temporaneo e una crocetta nella casella 'constatato' era apposta sulla scheda di seguito. Su questa scheda si potevano anche trovare le raccomandazioni di conservazione (come l'uso del Tyvek®), i trattamenti d'emergenza realizzati (come l'incollaggio e il consolidamento). Quando l'oggetto era gestito dal tecnico di conservazione, quello si poteva assicurare che la constatazione dello stato per il trasloco era stata fatta, leggeva anche gli interventi d'emergenza che erano effettuati prima, per maneggiare l'oggetto.

Se un intervento di più di 15 minuti era richiesto, l'oggetto in questione veniva tirato fuori della procedura, in modo tale che gli obbiettivi temporali determinati dal SCP fossero rispettati. In effetti, un'opera che non poteva essere trasferita nel il suo stato attuale sarà curata nell'ambito di una campagna di restauro futura che gestirà il museo per trattare tutti gli oggetti che non sono stati in grado di viaggiare nel loro stato attuale. La necessità di realizzare un 'restauro fondamentale' **[5]** attestava che l'oggetto in questione aveva uno stato di conservazione scadente e che occorreva un'attenzione particolare prima del suo trasloco.

Durante questa fase, il restauratore veniva accompagnato dagli operatori interni al museo, tale che il conservatore o l'archivista, che sono chiamati 'referenti scientifici'. In alcuni casi, il restauratore gli poteva chiedere informazioni sul montaggio di frammenti oppure il loro incollaggio. Il registrar controllava che il database fosse compilato correttamente dai restauratori. Si assicurava anche che l'etichetta con il codice a barre e la scheda di seguito attribuiti a ogni oggetto fossero corretti: tutte le informazioni che riguardano un oggetto lo seguivano dal prelievo all'arrivo al CCLL. Poteva anche seguire l'avanzamento del cantiere grazie alla compilazione delle schede sul database man mano che gli oggetti venivano trattati; controllava tra l'atro gli interventi specifici che potevano richiedere un tempo più lungo che previsto inizialmente. Quando portava un'attenzione all'avanzamento del cantiere, il registrar era in grado di controllare che il tempo di lavoro valutato prima dal SCP fosserispettato.

Fase 4: condizionamento

Quando il restauratore aveva finito di constatare tutti gli oggetti che si trovavano nella cassa di stoccaggio temporaneo, quella cassa era trasferita nella zona di condizionamento. Ogni giorno al meno 2 tecnici di conservazione potevano lavorare al condizionamento di oggetti. Il condizionamento è stato realizzato per un trasloco e anche a volte per uno stoccaggio permanente. L'etichetta con il codice a barre e la scheda di seguito, che indicava eventualmente le raccomandazioni di condizionamento o di manipolazione, accompagnavano gli oggetti. Bisognava scegliere un contenuto adattato alle misure, al volume, al peso e alla fragilità di ogni oggetto. Allo stesso momento, occorreva ottimizzare lo spazio disponibile nei contenitori ossia: il mobile archivio e la cassa accastatabile. Quando erano condizionate, le opere dovevano peraltro rimanere accessibili nell'ambito del lavoro di ricerca e di documentazione che verrà effettuato al CCLL. Il condizionamento doveva anche permettere un'evacuazione facile e veloce degli oggetti dal CCLL.
Inoltre, questo nuovo stato dell'oggetto era indicato sul database per informare la sua tracciabilità.

Il mobile archivio contiene cassetti di altezze diverse che permettono di immagazzinare oggetti che non superano 11 cm di altezza. Grazie alle ruote viene mosso facilmente; serve anche a uno stoccaggio permanente delle opere al CCLL (Fig. 10).



Figura 10. Mobile archivio su ruote per facilitare i movimenti

Gli oggetti erano disposti nei cassetti secondo le loro misure. I frammenti più piccoli venivano messi in buste Minigrip® di polietilene, nei cassetti più bassi: schiume di polietilene chimicamente neutre, come la Plastazote®, di 5 mm di spessore (Fig. 11), permettevano la protezione delle pareti e dei fondi dei cassetti. Una schiuma di polietilene di 2 mm di spessore veniva messa sulla parte superiore del cassetto per ricoprire gli oggetti. I cassetti di altezza più alta erano tutelati allo stesso modo: gli oggetti erano incastrati con la Plastazote®, che veniva termosigillata (Fig. 12). Il condizionamento degli oggetti è stato fatto in modo tale che rimanevano accessibili, ad esempio gli oggetti non sono stati sovrapporsi (Fig. 13). Il Tyvek® è stato utilizzato nel caso di una superficie fragile. Per ottimizzare lo spazio le schiume sono state tagliate e fissate rispettando la forma degli oggetti (Fig. 14).



Figura 11. Frammenti conservati in buste Minigrip® in un cassetto



Figura 12. Cassetto pronto per ricevere gli oggetti: le schiume sono fissate con delle spille prima di essere incollate



Figura 13. Oggetti immagazzinati in un cassetto



Figura 14. Le schiume si adattano alla forma degli oggetti per impedire movimenti durante il trasloco e per facilitare la manipolazione

La cassa accastatabile permetteva di immagazzinare per il trasloco e di conservare in modo permanente gli oggetti che non venivano messi nei cassetti del mobile archivio. Una schiuma Ethafoam® tutelava le pareti della cassa e permetteva di incastrare gli oggetti: sono stati così fissati e non si potevano muovere durante il trasloco, mentre rimanevano accessibili. Un coperchio chiudeva la cassa (Fig. 15).



Figura 15. Oggetti nella cassa accatastabile, il Tyvek® può venire utilizzato

Il conservatore e il registrar potevano scambiare idee durante la fase di condizionamento degli oggetti per trovare un equilibrio tra la volontà di ottimizzare gli spazi disponili nei contenitori e la volontà di rispettare gli insiemi tipologici. In effetti, il conservatore privilegiava il rispetto degli insiemi tipologici, mentre il registrar cercava di ottimizzare lo spazio nei contenitori per i immagazzinare più oggetti possibili. Il conservatore poteva ogni tanto lasciare degli spazi vuoti al fine di mantenere una coerenza tipologica degli oggetti, in modo tale che la ricerca e la manipolazione degli oggetti al CCLL sarà più facile **[6]**.

Per concludere, il vantaggio della pluridisciplinarità della squadra di lavoro è la condivisione delle qualificazioni diverse per rispondere a una domanda di trattamento di un *corpus* di oggetti ampio. Questo team viene inquadrato grazie alla procedura di lavoro che permette di organizzare tutte le fasi e di seguire l'avanzamento del cantiere nel tempo per rispettare il capitolato.

NOTE

[1] 'Cantiere delle collezioni' viene tradotto dal francese '*Chantier des collections*'.
[2] Tra il 2017 e il 2018, rispettivamente oltre 33 000 e 18 000 opere sono state verificate dal cantiere delle collezioni.
[3] Ringrazio per la rilettura del testo e la loro contribuzione al miglioramento di quello: Marie Petit, Léa Duval, Anne Coulié, Fanny Lesèche e Sophie Padel.
[4] Il deposito corinzio è stato distrutto durante i lavori di ristrutturazione delle sale.
[5] 'Restauro fondamentale' viene tradotto dal francese '*restauration fondamentale*'. L'espressione indicava i trattamenti di restauro che richiedevano più di 15 minuti.
[6] La priorità è data al rispetto degli insiemi scientifici.

BIBLIOGRAFIA

1. ICOM France, Comité National Français de l'ICOM, "*Cycle soirée-débat déontologique, Les réserves sont-elles le coeur des musées ?*", Parigi, Galleria Colbert, 18 Aprile 2019
2. Martinez Jean-Luc, "*Rapport d'activité du Musée du Louvre 2017*", 2017
3. Martinez Jean-Luc, "*Rapport d'activité du Musée du Louvre 2018*", 2018

IL PROGETTO EUROPEO COLLECTION CARE: UN MODELLO GESTIONALE PER LA CONSERVAZIONE PREVENTIVA E IL MONITORAGGIO DI MANUFATTI ARTISTICI IN ESPOSIZIONE, DEPOSITO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO

Matteo Rossi Doria*, Mark Gittins, Giulia Mercuri*****

*conservatore-restauratore C.B.C. Conservazione Beni Culturali Viale Manzoni 26 00185 Roma +390670495282
mat.rossidoria@gmail.com
** conservatore-restauratore C.B.C. Conservazione Beni Culturali Viale Manzoni 26 00185 Roma +390670495282
mgittins@outlook.com
*** conservatore-restauratore C.B.C. Conservazione Beni Culturali Viale Manzoni 26 00185 Roma +390670495282
giuliamercuri.mg@gmail.com

Abstract

CollectionCare, finanziato dalla Comunità Europea dal 2019 in Horizon 2020, è un progetto europeo triennale che ha l'ambizione di produrre modelli gestionali innovativi per la conservazione preventiva delle collezioni della estesa rete di piccoli musei sparsi nei 27 paesi facenti parte della Comunità. Migliaia di istituzioni che hanno difficoltà ad implementare strategie volte al controllo ambientale, al monitoraggio dei parametri fisici, alla gestione delle aree espositive e dei depositi e, soprattutto, alla definizione di modelli gestionali compatibili con le risorse umane ed economiche disponibili. Nel corso del tempo ognuna di esse ha definito standard minimi troppo spesso scollegati dal contesto e privi di una logica di collaborazione e definizione di protocolli condivisi. Il Working Team, composto da 18 partner, è costruito secondo gli obiettivi del progetto e vede la partecipazione di sei musei con collezioni molto eterogenee, centri di ricerca universitari specializzati nei singoli materiali (dipinti su tela, manufatti cartacei, metalli, legno), aziende del settore delle tecnologie, delle telecomunicazioni e dell'intelligenza artificiale, della comunicazione, della logistica e del restauro e conservazione. Il coordinamento è affidato all'Università Politecnica di Valencia. L'obiettivo del progetto è di definire e produrre un innovativo modello gestionale che sappia sfruttare l'innovazione tecnologica e renderla uno strumento sostenibile per le singole realtà, rafforzandone le strategie di conservazione nel lungo periodo. Lo schema del progetto prevede la realizzazione di una nuova generazione di sensori in grado di misurare e registrare diversi parametri ambientali (T, UR, Lux, vibrazioni, polveri e inquinanti), sostenibili in termini di costi e tempo di durata, collocati nei musei che hanno aderito alla sperimentazione. I dati raccolti saranno trasmessi ad un Cloud unico, costruito sulle esigenze del progetto, in grado di gestire tutti i dati disponibili, renderli facilmente accessibili, analizzarli secondo criteri e protocolli definiti e produrre modelli predittivi di degrado credibili e quindi utili alla programmazione degli interventi di conservazione e restauro. In questa prospettiva la CBC ha coordinato la selezione di 240 manufatti e partecipato alle fasi di schedatura conservativa dopo aver progettato e poi condiviso una scheda conservativa contenente tutte le informazioni funzionali al progetto. La presentazione dedicherà uno spazio specifico alla complessità e diversificazione dei modelli di Condition Report analizzati, dall'uso di linguaggi e glossari condivisi alla struttura di informatizzazione e della capacità di potenzialmente produrre dati statistici, confronto dei dati e aggiornamento degli stessi.
Le considerazioni finali affronteranno anche aspetti umani e relazionali che hanno avuto un ruolo cruciale nel coordinare e far interagire positivamente le diverse specialistiche coinvolte.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 814624

Introduzione

Horizon 2020 è il più grande piano di investimenti della Comunità Europea nell'ambito dell'innovazione, della tecnologia, della ricerca, delle infrastrutture digitali, della sostenibilità. Con un finanziamento di circa 80 miliardi nell'arco del 2014-2020, Horizon si pone l'obiettivo di stimolare le relazioni fra comunità scientifiche dei diversi paesi e far interagire centri di ricerca e istituzioni con soggetti privati, seguendo criteri di parità e collaborazione, al fine di stimolare l'economia e le nuove occupazioni. Uno dei focus più interessanti, dal nostro punto di vista, riguarda una nuova attenzione per l'ambiente, i patrimoni culturali e la loro valorizzazione e gestione, sia nell'ambito della conservazione e tutela che della promozione turistica.
CollectionCare prende spunto da questi stimoli e dalla volontà di costruire un ambizioso progetto, capace di avvicinare settori delle tecnologie avanzate e della ricerca ai temi della conservazione del patrimonio culturale, indirizzato, in modo particolare, alle decine di migliaia di musei medi e piccoli sparsi nei 27 paesi facenti parte della Comunità Europea. Queste entità conservano la stragrande maggioranza del patrimonio europeo ma soffrono spesso una condizione di isolamento, di scarsità di risorse, sia economiche che umane, che rende difficile ogni percorso che prevede investimenti, aggiornamento professionale e soprattutto capacità di costruire una rete in cui condividere obiettivi e preoccupazioni. Il tema della sostenibilità pone il problema di sviluppare modelli gestionali compatibili con le risorse esistenti, studiando soluzioni che possano davvero sostenere strategie oculate, di medio e lungo periodo, indirizzate alle singole realtà nel rispetto delle identità culturali. Come vedremo in seguito questo tema ricorre in tanti aspetti di questo progetto ed è proprio questo intento che ci ha attratto particolarmente e ci ha stimolato a prendere una decisione impegnativa, per una impresa che prevalentemente si dedica al restauro/conservazione del patrimonio artistico italiano.
La partecipazione della CBC non è frutto di un caso fortuito ma rappresenta il risultato di un lungo percorso di attenzione e dedizione della nostra impresa al tema della conservazione preventiva declinato nelle sue diverse accezioni. L'occasione è arrivata non solo per i numerosi progetti e interventi che abbiamo attivato nel corso del tempo ma soprattutto per i rapporti internazionali che abbiamo saputo coltivare con diverse istituzioni, università e centri di ricerca fra i quali l'Università Politecnica di Valencia. Questa significativa realtà della formazione europea da molti anni si è strutturata per proporsi nell'ambito dei progetti europei, sia come leader che come partner, partecipando ad una moltitudine di essi nei vari campi di interesse dell'ateneo, favorendo l'interazione fra i diversi dipartimenti, al fine di costruire progettualità solide e di alta qualità. Sarebbe utile soffermarsi sull'evidenza che l'Italia, nonostante sia partner in tanti progetti di ricerca, stenta a proporre progetti di qualità, come si evince dai diagrammi di partecipazione dei singoli paesi, in cui il nostro si colloca nella fascia più bassa fra i grandi paesi europei. UPV ha dimostrato invece di sapersi muovere con agilità fra i vincoli e i mandati della Comunità e di saper produrre progetti con un alto tasso di successo, coniugando molto bene le keywords di Horizon 2020, innovazione tecnologica, ricerca scientifica e pratiche di salvaguardia del patrimonio culturale al servizio della società civile.
Non è un caso che CollectionCare nasca in questo contesto, da questo incubatore di idee e progetti, dalle molte esperienze precedenti e dalla mole di relazioni internazionali che essa ha saputo stabilire.
CollectionCare ha ricevuto un finanziamento di 5.759.000 euro per il triennio 2019-2021. Il progetto ha preso avvio nel Marzo del 2019 con il Kick-Off Meeting di Bruxelles a cui hanno partecipato tutti i partner e i rappresentanti della Comunità Europea.

Obiettivi del progetto

Il principale obiettivo di CollectionCare è di promuovere strategie di conservazione preventiva, fornendo una serie di supporti gestionali in grado di sostenere l'attività dei musei europei medio-piccoli. Per raggiungere questo ambizioso scopo ci si è posti il problema di quali strumenti e modelli possano aspirare ad attrarre i singoli musei per poi inserirli in una rete gestionale omogenea. In questa analisi preliminare si è concordato sull'evidenza che ogni museo sceglie un proprio percorso, più o meno definito, a cui dedica tempo e risorse per tempi limitati. Ogni museo produce il suo sistema di controllo ambientale, la schedatura conservativa, i condition report, utilizzando linguaggi e supporti digitali sempre diversi e rendendo quindi impossibile ogni confronto e analisi dei dati. La diversità dei lessici, glossari e condition report amplificano le distanze e le capacità di interazione, producendo una fragilità progettuale che spesso si inceppa prima ancora di iniziare.
Per aggirare questo importante ostacolo iniziale CollectionCare ha delineato una possibile strategia che alleggerisce i costi e le risorse umane dedicate e rende condivisibili dati e informazioni che potrebbero tornare utili per definire protocolli razionali di conservazione preventiva. I musei potrebbero fare riferimento ad un unico contenitore, che gestisce i dati in maniera omogenea, da cui ricavare gli elementi per una gestione mirata e aggiornata. Solo in questo modo si può aspirare ad un modello gestionale che formi la rete dei musei, che li stimoli a semplificare e omogeneizzare le loro procedure e li renda partecipi di una visione più ampia e condivisa.

Per sostenere questa visione CollectionCare ha chiamato intorno a sé diverse tipologie di partner in grado di contribuire, nello specifico delle loro competenze, al progetto.
I partner sono stati collocati in aree di interesse funzionali chiamati Working Packages (WP) che affrontano tutti gli aspetti di progettazione, messa a punto e sperimentazione al fine di pervenire ad un modello gestionale collaudato, semplice, da proporre successivamente ai musei.
Ogni WP ha i propri obiettivi e crono programma, definiti dal Grant Agreement, il documento iniziale del progetto, sottoposto a controlli periodici da parte delle agenzie preposte nell'ambito della Comunità. I WP, periodicamente, producono documenti (Deliverables) di sintesi dell'attività svolte.
Per verificare la correttezza delle procedure adottate e la funzionalità della strumentazione e dei supporti digitali di gestione sono stati coinvolti sei musei e tre collezioni specifiche nei quali sperimentare le soluzioni e analizzare i singoli percorsi decisionali.





Descrizione del progetto

Collection Care prevede diverse tipologie di attività che di seguito riassumiamo:

- progettazione, realizzazione e produzione di una nuova generazione di sensori in grado di monitorare diversi parametri ambientali e trasmettere i dati raccolti. Questi sensori sono concepiti per rispondere alle esigenze di costo contenuto, facilità di installazione, durata delle batterie, in modo da ridurre quanto possibile la necessità di manutenzioni e calibrature. I parametri ambientali monitorati sono l'Umidità Relativa, la Temperatura, la Luce, Polveri e Inquinanti, Vibrazioni
- Progettazione e realizzazione di sistemi affidabili di teletrasmissione dati wireless e di ottimizzazione dei segnali
- Progettazione e realizzazione di un Cloud unico di gestione nel quale far confluire i dati raccolti, quelli relativi alle caratteristiche degli edifici e alle loro mappe climatiche e tutti gli elementi tratti dalle schedature delle singole collezioni. Il Cloud gestisce, analizza e processa i dati con lo scopo di facilitare l'elaborazione di modelli predittivi di degrado, comporre statistiche omogenee, evidenziare problematicità. Allo stesso tempo i dati sono restituiti in tempo reale ai singoli musei in forma chiara e semplificata favorendo la partecipazione gestionale delle professionalità coinvolte, curatori, direttori, conservatori, restauratori e figure tecniche.
- Sperimentazione delle soluzioni adottate presso i musei partner del progetto al fine di verificare la piena efficienza del sistema e evidenziare eventuali limiti da correggere.
- Selezione di circa 240 opere nei diversi musei, rappresentative delle singole Collezioni e dello stato di conservazione, e oggetto di un monitoraggio durante l'arco temporale del progetto. I manufatti selezionati appartengono a quattro tipologie di materiali, dipinti su tela, legno, carta e metalli.
- L'insieme dei dati raccolti, elaborati da specifici algoritmi, rappresentano un patrimonio di informazioni dal quale attingere, per formulare e definire modelli predittivi di degrado. Sappiamo bene che i modelli sono uno strumento teorico, che spesso conduce a qualche perplessità, in termini di traduzione pratica ma, soprattutto nella gestione dei grandi numeri, possono fornire indicazioni estremamente utili per comprendere in tempo la velocità e la dinamica del degrado e quindi suggerire operatività che vadano a contrastarla o contenerla.
- Definizione di standard e protocolli compatibili con le singole realtà e conformi alle raccomandazioni internazionali, atte a produrre un documento di riferimento, chiamato Green Paper, nel quale sono descritti diverse tipologie di scenari e modelli decisionali.
- Nella seconda parte del progetto una cura particolare sarà dedicata alle dimostrazioni pratiche di corretto posizionamento della strumentazione, di verifica della trasmissione wireless, di gestione del

sistema di monitoraggio adattato alle singole realtà, di osservazione e elaborazione dati, di mappatura delle operazioni eseguite.
- Altre attività affrontano i temi non secondari del rispetto delle istanze etiche, della comunicazione, della divulgazione e dello sfruttamento in termini commerciali.

I partner e il loro ruolo

CollectionCare vede la partecipazione di 18 partner di nove diversi paesi della Comunità. Il loro ruolo è stabilito dal progetto per assicurare competenza, capacità di innovazione e per dare un contributo fattivo e di qualità.
Il coordinamento dell'intero progetto è affidato all'Università Politecnica di Valencia ed in particolare al Dipartimento di Innovazione Tecnologica (ITACA) in collaborazione con quello di Conservazione e Restauro. Angel Perles, un ingegnere informatico a capo della struttura, è il coordinatore di tutte le attività con il supporto di un team appositamente selezionato, che gestisce l'intero progetto nei suoi vari aspetti, organizzativo, scientifico, amministrativo e di rapporti con gli uffici della Comunità Europea.
La componente maggiore, in termini di costi e professionisti dedicati, è relativa alle competenze di carattere informatico. La realizzazione dei sensori è affidata a UPV e ai laboratori di ITACA nel quale ingegneri, con competenze diverse, hanno realizzato i software, adattato i sensori dei diversi parametri fisici, realizzato batterie di nuova generazione e di lunga durata (10 anni) e con un design adattabile a diverse circostanze. Per farlo hanno dovuto tenere conto delle indicazioni fornite dal Dipartimento di Fisica dell'Università La Sapienza di Roma e di quello dell'UPV. Entrambi i dipartimenti dispongono di un piccolo museo, uno di materiali paleontologici e archeologici, l'altro dedicato alla Storia ed Evoluzione dell'Informatica, nei quali si sono svolti i primi test di validità. Un lavoro lungo e complesso, che ha valutato tante opzioni diverse, cercando le soluzioni più adatte alle finalità del progetto.





La corretta trasmissione dei dati raccolti dai sensori è affidata ad una impresa privata francese, la SIGFOX, specializzata in telecomunicazioni e sistemi di teletrasmissione wireless, che ha messo a punto una serie di supporti atti ad ottimizzare il segnale e a garantire la sua qualità anche in circostanze ambientali complesse, quali antiche murature o aree difficilmente raggiungibili.
La multinazionale spagnola ATOS è impegnata nella costruzione del Cloud, ovvero il centro di raccolta e di elaborazione di tutti i dati misurati e di tutte le informazioni relative ai singoli musei e alle loro specifiche. Questa grande azienda è particolarmente attiva, a livello globale, nel campo dell'intelligenza artificiale, della robotica e dei sistemi di gestione di data-base e altri complessi sistemi informatici. La definizione dell'architettura di questo sistema e di come esso possa rappresentare uno strumento di primaria importanza è uno degli elementi più affascinanti, in termini di innovazione e potenzialità.
A questo gruppo di esperti prettamente tecnologici si affianca un altro consistente gruppo costituito da istituti universitari e centri di ricerca specializzati nei quattro materiali presi in considerazione, dipinti su tela, carta, metalli e legno. Queste entità contribuiscono al progetto fornendo gli elementi di conoscenza necessari a definire modelli predittivi di degrado. Un corpo consistente di chimici, fisici meccanici, biologi, ingegneri meccanici e informatici che supportano il progetto con le loro specifiche ricerche.
L'elenco comprende l'Istituto di Conservazione e Restauro Danese KADK, una storica istituzione che ha collezionato esperienze significative sui dipinti su tela e la loro dinamica di degrado, il Dipartimento di Conservazione e Restauro dell'UPV per la carta, l'Istituto di Chimica dei Metalli dell'Università di Varsavia e quello del legno del Dipartimento di Scienza del Legno dell'Università di Riga. L'Istituto Jerzy Haber di Cracovia opera in collaborazione con il gruppo dedicato ai dipinti su tela e con quello del legno. Il già menzionato Dipartimento di Fisica della Sapienza svolge anche il ruolo di coordinamento della redazione del Green Paper. Il coordinamento delle attività relative alla elaborazione dei modelli predittivi è affidata all'Università Tecnica di Eidhoven, Dipartimento di Scienza e Tecnologia dei Materiali.
Il contenuto elaborato da queste professionalità scientifiche è sottoposto ad un percorso di validazione affidato ad un Advisory Board, composto da emeriti ricercatori che operano presso l'ICCROM, ICOMOS, il Canadian

Conservation Institute, lo Smithsonian Institute, il Getty Conservation Institute, il Laboratorio Scientifico del Rijksmuseum.
In questo contesto decisamente tecnologico, teorico e scientifico si inseriscono altre entità, compresa la nostra. In primo luogo sei musei che hanno aderito alla sperimentazione. Queste istituzioni hanno caratteristiche piuttosto diverse ma, in un certo senso, rappresentano, molto in piccolo, la varietà di tipologia dei luoghi del patrimonio europeo. Essi sono: la Royal Danish Collection di Copenhagen, con la collezione della corona danese, il Museo di Belle Arti e il Museo delle Armi di Victoria Gasteiz, Deputacion di Alava, nella provincia Basca, il Museo Storico e Etnografico di Atene, il Museo degli Strumenti Musicali e quello di Art History di Bruxelles, l'Istituto di Cultura di Valencia, con la Filmoteca Valenciana e l'Istituto di Grafica e per ultimo il più singolare, il Museo Etnografico Lettone di Riga ove la collezione di capanne, abitazioni e fattorie storiche è stata dispersa su un territorio di decine di ettari.
Oltre alla nostra attività, descritta in seguito, si aggiungono alla compagine la Hizkia Van Kralingen, una nota impresa olandese specializzata nel trasporto delle opere d'arte, proprietaria del brevetto Turtle, un innovativo contenitore/cassa progettata per contenere le vibrazioni, che contribuisce al progetto con simulazioni di trasporto per monitorare e analizzare il loro impatto.
Per ultimo, ma con un ruolo molto importante, un consorzio di analisti, la greca Postscriptum, dedicata a come meglio promuovere, in termini commerciali e di diffusione, il progetto. A loro e all'Ufficio Comunicazione dell'Art and History Museum di Bruxelles è assegnato il coordinamento dell'attività di comunicazione attraverso i canali web e social.
Tutti i partner sono costantemente aggiornati sullo sviluppo del progetto attraverso un portale Basecamp nel quale confluiscono tutti i dati, i documenti, lo stato di avanzamento dei singoli WP e nel quale è possibile facilmente corrispondere o mandare messaggi. Uno strumento su cui, all'inizio, avevamo qualche perplessità e che invece si è dimostrato utilissimo soprattutto per organizzare l'attività, rispettare le scadenze e rafforzare il clima di squadra e le relazioni interpersonali.

Il ruolo della CBC

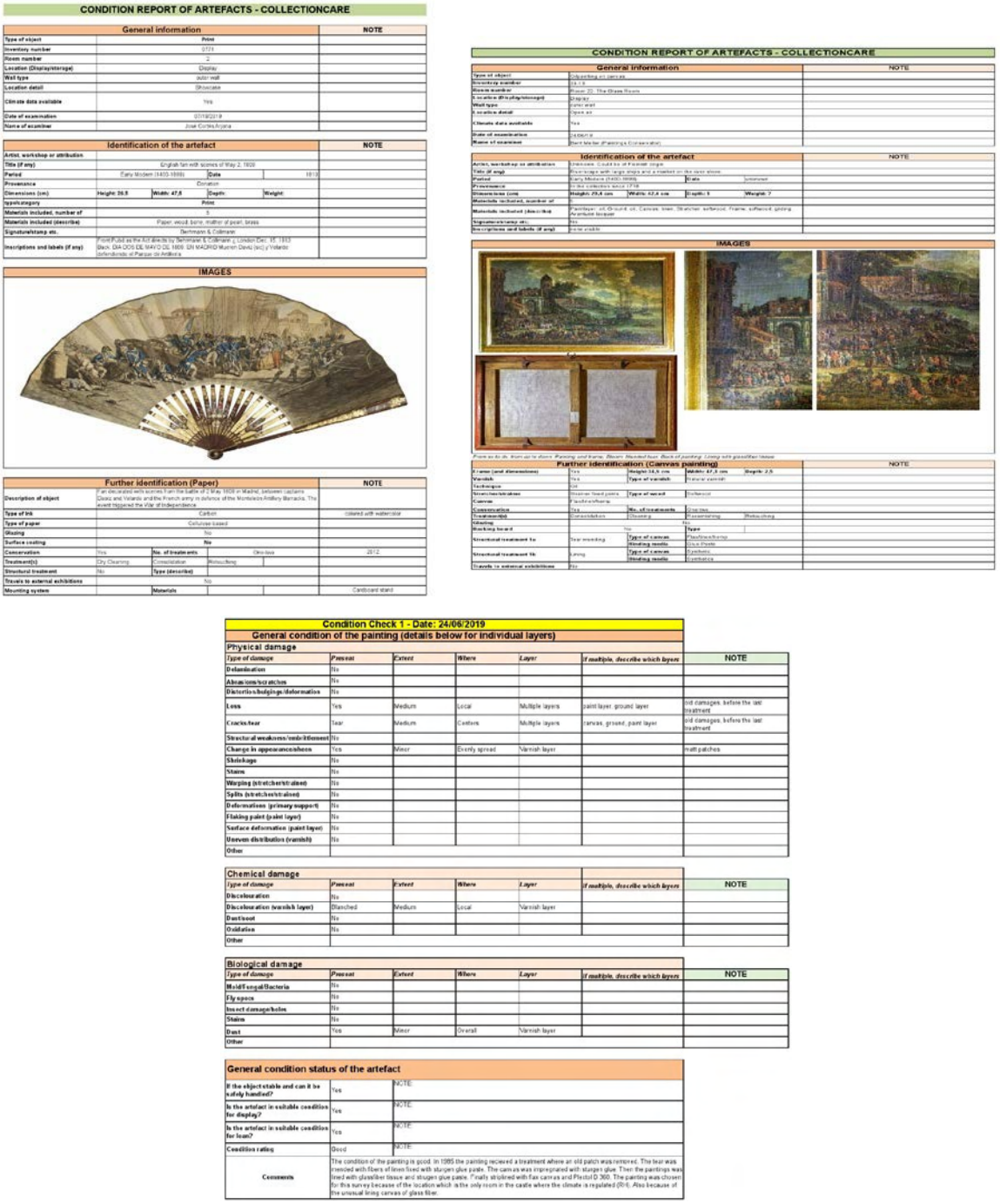
La nostra impresa, unico partner specializzato in conservazione e restauro, è stata incaricata di coordinare le attività di selezione di circa 40 oggetti per ciascun museo divisi per classi di materiali. I manufatti selezionati sono stati schedati e saranno oggetto di un monitoraggio durante l'intero arco del progetto. La selezione degli oggetti ha dovuto tenere conto di molte variabili dovute principalmente alle specifiche caratteristiche delle collezioni, alla loro collocazione nel museo (sale espositive, depositi) e alle condizioni ambientali medie degli ambienti interessati. Si è dovuto anche tenere in considerazione altri parametri quali lo stato di conservazione, la datazione, l'esistenza di documentazione esaustiva e tanti altri fattori fra i quali specifiche attenzioni verso oggetti di particolare significato storico e artistico. Inoltre si è anche cercato di selezionare oggetti in varie condizioni conservative, da quelle stabili e buone ad altri che invece propongono segni di degrado o fenomeni di destabilizzazione indotti da precedenti interventi di restauro, restituendo un quadro fedele della condizione generale della collezione.





Per ottimizzare questa delicata fase si è preferito procedere ad un contatto diretto invece che gestire da remoto, come invece abbiamo dovuto fare in seguito alla pandemia di questi ultimi mesi.
Durante l'estate del 2019 abbiamo visitato tutte le istituzioni museali coinvolte, abbiamo conosciuto meglio questi partner e tutte le persone che compongono lo staff; siamo entrati, seppur brevemente, nella loro realtà. Ci siamo resi conto di persona di quale erano le condizioni degli edifici e della collezione, abbiamo potuto parlare, confrontarci, e alla fine procedere alla selezione dei manufatti in modo concorde, tenendo anche conto di piccole difficoltà logistiche e di situazioni localizzate non proprio ideali e quindi condivise con qualche timore.
Contestualmente abbiamo dovuto scegliere un modello di schedatura che accogliesse le istanze del progetto e che naturalmente tenesse conto delle raccomandazioni internazionali, dei protocolli.
In una sezione di lavoro presso il KADK e RDC di Copenhagen si sono comparate e analizzate tante tipologie di schede riconosciute a livello internazionale senza trovare, come spesso accade, quella che si potesse adattare alle nostre esigenze. Dopo aver messo a punto il tipo di documento e il suo formato e verificare che fosse facile da leggere e compilare, ci siamo inoltrati in un confronto molto istruttivo e costruttivo capace di produrre una

sintesi, uno schema di scheda in grado di fornire tutte le informazioni ritenute indispensabili per alimentare il progetto.



CONDITION REPORT OF ARTEFACTS - COLLECTIONCARE

General information		NOTE
Type of object	Print	
Inventory number	0771	
Room number	2	
Location (Display/storage)	Display	
Wall type	solid wall	
Location detail	Showcase	
Climate data available	Yes	
Date of examination	07/10/2019	
Name of examiner	José Carlos Ariza	

Identification of the artefact					NOTE
Artist, workshop or attribution					
Title (if any)	English fan with scenes of May 2, 1808				
Period	Early Modern (1400-1899)	Date		1810	
Provenance	Donation				
Dimensions (cm)	Height: 26,5	Width: 47,6	Depth:	Weight:	
type/category	Print				
Materials included, number of	5				
Materials included (describe)	Paper, wood, bone, mother of pearl, brass				
Signature/stamp etc.	Bertmann & Collmann				
Inscriptions and labels (if any)	Front Publ as the Act dire.ds by Bertmann & Collmann; London Dec. 15 1810 Back: DIA DOS DE MAYO DL 1808 (DI MADRID Murion Davia (sc.) y Velardo defendiendo el Parque de Artillería				

IMAGES

Further identification (Paper)					NOTE
Description of object	An oval-shaped with scenes from the battle of 2 May 1808 in Madrid, between Lazarro Gloriz and Velardo and the French army in defence of the Montelelo Artillery Barracks. The event triggered the War of Independence.				
Type of ink	Carbon				colored with watercolor
Type of paper	Cellulose based				
Glazing	No				
Surface coating	No				
Conservation	Yes	No. of treatments	One-time		2012
Treatment(s)	Dry Cleaning	Consolidation	Retouching		
Structural treatment	No	Type (describe)			
Travels to external exhibitions	No				
Mounting system		Materials			Cardboard stand

CONDITION REPORT OF ARTEFACTS - COLLECTIONCARE

General information		NOTE
Type of object	Oil painting on canvas	
Inventory number	33 / 9	
Room number	Room 20, The Chess Room	
Location (Display/storage)	Display	
Wall type	panel wall	
Location detail	Open air	
Climate data available	Yes	
Date of examination	14/05/19	
Name of examiner	Bert Muller (Painting Conservator)	

Identification of the artefact					NOTE
Artist, workshop or attribution	Unknown. Could be of Flemish origin				
Title (if any)	Picturesque with large ships and a market on the river shore				
Period	Early Modern (1400-1899)	Date		Juniormark	
Provenance	In the collection since 1718				
Dimensions (cm)	Height: 49,4 cm	Width: 62,4 cm	Depth: 5	Weight: ?	
Materials included, number of					
Materials included (describe)	Panel/layer: oil, Ground: oil, Canvas: linen, Stretcher: softwood, Frame: softwood, gilding, Armature lacquer				
Signature/stamp etc.	Yes				
Inscriptions and labels (if any)	None visible				

IMAGES

Further identification (Canvas painting)					NOTE
Frame (and dimensions)	Yes	Height: 54,5 cm	Width: 47,5 cm	Depth: 2,5	
Varnish	Yes	Type of varnish	Natural resin(?)		
Technique	Oil				
Stretcher/strainer	Wooden fixed joints	Type of wood	Softwood		
Canvas	Plain/tabby/linen				
Conservation	Yes	No. of treatments	One-time		
Treatment(s)	Consolidation	Cleaning	Retouching	Varnishing	Relining
Glazing				No	
Backing board	No		Type		
Structural treatment 1a	Tear mending	Type of canvas	Plain/linen/tabby		
		Binding media	Glue Paste		
Structural treatment 1b	Lining	Type of canvas	Synthetic		
		Binding media	Cerelastics		
Travels to external exhibitions	No				

Condition Check 1 - Date: 24/06/2019

General condition of the painting (details below for individual layers)

Physical damage

Type of damage	Present	Extent	Where	Layer	If multiple, describe which layers	NOTE
Delamination	No					
Abrasions/scratches	No					
Distortion/bulging/deformation	No					
Loss	Yes	Medium	Local	Multiple layers	paint layer, ground layer	old damages, before the last treatment
Cracks/tear	Tear	Medium	Centere	Multiple layers	canvas, ground, paint layer	old damages, before the last treatment
Structural weakness/embrittlement	No					
Change in appearance/sheen	Yes	Minor	Evenly spread	Varnish layer		matt patches
Shrinkage	No					
Stains	No					
Warping (stretcher/strainer)	No					
Splits (stretcher/strainer)	No					
Deformations (primary support)	No					
Flaking paint (paint layer)	No					
Surface deformation (paint layer)	No					
Uneven distribution (varnish)	No					
Other						

Chemical damage

Type of damage	Present	Extent	Where	Layer	If multiple, describe which layers	NOTE
Discolouration	No					
Discolouration (varnish layer)	Blanched	Medium	Local	Varnish layer		
Dust/soot	No					
Oxidation	No					
Other						

Biological damage

Type of damage	Present	Extent	Where	Layer	If multiple, describe which layers	NOTE
Mold/Fungal/Bacteria	No					
Fly specs	No					
Insect damage/holes	No					
Stains	No					
Dust	Yes	Minor	Overall	Varnish layer		
Other						

General condition status of the artefact

If the object stable and can it be safely handled?	Yes	NOTE:
Is the artefact in suitable condition for display?	Yes	NOTE:
Is the artefact in suitable condition for loan?	Yes	NOTE:
Condition rating	Good	NOTE:
Comments	The condition of the painting is good. In 1985 the painting received a treatment where an old patch was removed. The tear was mended with fibers of linen fixed with sturgeon glue paste. The canvas was impregnated with sturgeon glue. Then the paintings was lined with glass/fiber tissue and sturgeon glue paste. Finally stroke with flax canvas and Plextol D 360. The painting was chosen for this survey because of the location which is the only room in the castle where the climate is regulated (RH). Also because of the unusual lining canvas of glass fiber.	

La scheda, un foglio Excel, prevede aggiornamenti periodici per l'arco temporale del progetto, contiene le informazioni generali con un riguardo alla esatta collocazione. A tal riguardo, per un criterio di omogeneità, si è proceduto all'elaborazione grafica delle planimetrie dei singoli musei rendendo più visibili il posizionamento delle singole opere e dei sensori che le monitorano. La scheda fornisce dati e osservazioni relative allo stato di conservazione con una particolare attenzione per quelle forme di degrado che, se monitorate, possono fornire indicazioni utili al WP2, che si occupa di modelli predittivi, quali fenomeni di stress meccanici sui dipinti su tela, sensibilità alla luce e altri fattori ambientali dei manufatti cartacei, fenomeni di ossidazione dei metalli e di stress meccanici per manufatti in legno.
La scheda prevede uno spazio atto ad accogliere una sommaria documentazione fotografica ritenuta indispensabile per una restituzione visiva immediata e altri in cui inserire note e ulteriori osservazioni.

Con la nostra assistenza i musei hanno compilato le singole schede, successivamente scaricate sul portale Basecamp, garantendo così l'acceso alle informazioni a tutti i partner.
Nei mesi successivi le 240 schede compilate sono state processate al fine di avere qualche indicazione statistica in termini di tipologia dei manufatti e della loro condizione conservativa. Per fare un esempio, per dipinti su tela, si è cercato di stabilire quanti hanno subito drastici interventi precedenti, quanti hanno caratteristiche simili in termine di datazione e materiali costitutivi mettendo in evidenza un gruppo consistente di opere dell'800 con preparazioni a base di bianco di zinco. Rimane irrisolto il problema, di tante tipologie di schedatura, compresa questa, della possibilità di estrarre ed evidenziare dati statistici di omogeneità di tecnica esecutiva e stato di conservazione. Purtroppo questo lungo lavoro è ancora affidato alla pazienza di leggere la singola scheda, in tutte le sue parti, e successivamente estrapolare dati utili a questo fine.
Il nostro contributo si articola anche in altri WP, soprattutto a quello dedicato ai modelli predittivi sui materiali di cui conosciamo molto grazie alla nostra attività quotidiana e a quelli relativi al monitoraggio ambientale su cui abbiamo raccolto esperienze significative. Il connubio fra le esperienze acquisite "sul campo" e quelle relative alle campagne di schedatura condotte nei tanti progetti afferenti ai temi della conservazione preventiva ci ha aiutato non poco nel sapere trarre una sintesi e condurre in porto le mansioni a noi assegnate in questa prima fase. Questo bagaglio è stato ritenuto significativo per inserire nel Green Paper considerazioni relative alle potenzialità ma anche ai limiti delle procedure dei Condition Report. Ci auguriamo che alcune evidenze e problematicità possano diventare oggetto di una riflessione sull'utilizzo e sfruttamento di questo fondamentale documento.

Cosa abbiamo imparato

Questa intensa attività ci ha già arricchito di esperienze che finora non avevamo mai affrontato. Non accade spesso che una tipica impresa di restauro italiana sia coinvolta in una compagine internazionale di spessore e autorevolezza e con una missione così ambiziosa, articolata e impegnativa. Per sentirci adeguati al contesto ci siamo preoccupati di conoscere nel dettaglio i contenuti del progetto, leggere i documenti e i protocolli, migliorare le nostre competenze linguistiche e approfondire lo studio di specifiche tematiche scientifiche, molte riconducibili al rapporto fra manufatto e ambiente e altre al continuo sviluppo di modelli predittivi di degrado. Questo percorso non è stato facile, spesso ci ha messo in difficoltà ma ci ha insegnato qualcosa che vogliamo condividere con la comunità dell'IGIIC.
In primo luogo abbiamo imparato che esiste un modo di lavorare molto utile per tutti, capace di gestire le diversità e di interagire positivamente. Abbiamo avuto la sensazione di un vero rispetto reciproco, indotto forse dalla diversità delle nostre competenze. Ruoli chiari, un coordinamento autorevole e presente ma soprattutto trasparenza nelle valutazioni e discussioni, crono programmi realistici, capacità di gestire le difficoltà e tanti altri elementi fra i quali si evidenzia la continua ricerca di relazioni professionali e personali di qualità, in grado di produrre nuovi stimoli e curiosità reciproca.
Una piccola parentesi per testimoniare la nostra sorpresa di fronte ad uno schema di rendicontazione dei costi estremamente semplificata e snella, molto diversa da quella con cui spesso interagiamo in vari progetti nazionali e regionali, dove la quantità di lavoro dedicata a questi aspetti è spesso maggiore di quella sui contenuti del progetto stesso.
La centralità della qualità delle relazioni interpersonali anche nel campo della conservazione preventiva è stata affrontata nel Congresso dell'IIC a Torino nel 2018, a cui abbiamo partecipato con un nostro contributo. Da molte presentazioni si percepiva che i problemi più difficili non riguardano il rispetto sterile dei parametri ambientali ottimali ma bensì di come lo staff del museo, in tutta la sua gerarchia, possa affrontare la sfida di rispondere alle istanze della sostenibilità, dei cambiamenti climatici, dell'evoluzione dei flussi di visitatori, a cui si è aggiunto il Covid19, solo per citarne alcuni.
Siamo stati indubbiamente affascinati da alcuni temi che questo progetto propone.
In particolare quello dei modelli predittivi di degrado. Questi strumenti, frutto di complesse elaborazioni ottenute sfruttando l'intelligenza artificiale, gli algoritmi, gli elementi finiti e altre tecnologie sono ampiamente utilizzate da anni in tutti i campi della conoscenza, compresa quella della medicina, come abbiamo sperimentato in questo drammatico 2020. I conservatori/restauratori hanno sempre storto il naso di fronte a queste innovazioni invece di porsi il problema di come contribuire a questo processo in modo propositivo, portando il bagaglio delle esperienze, delle cose viste, delle nostre personali statistiche. Continuiamo a dire che esiste sempre il caso a sé, quello difficile da omologare, quello che capita solo a noi, ma abbiamo difficoltà a razionalizzare i nostri processi di gestione delle informazioni che abbiamo incamerato e quindi restituiamo poco, sempre meno di altri che forse ne sanno meno. Con un pizzico di umiltà ci siamo resi conto che ci era sfuggito un mondo composito nel quale, proprio grazie allo sfruttamento dei modelli predittivi, scienziati con diverse competenze si sono avvicinati ai temi delle dinamiche di degrado dei beni culturali producendo, in pochi anni, una enorme quantità di ricerche e studi dedicati ai singoli materiali. Un processo che si affina sempre più, che diviene sempre più

affidabile e che in futuro rappresenterà una chiave di lettura meno influenzata dalla soggettività e dalla diversità dei linguaggi.
L'altro dubbio riguarda la costruzione di un unico riferimento di gestione delle informazioni, il Cloud. Può questo strumento davvero rispondere alle istanze e alle esigenze dei piccoli-medi musei europei? Sarebbe davvero interessante stimolare un dibattito su questi temi perché non vi è dubbio che i modelli gestionali attuali non facilitano questo compito, anzi. Forse questo stimolo forte, incoraggiato e sostenuto dai vertici decisionali della Comunità, può, col tempo necessario, produrre un risultato incoraggiante.
Entrando sempre di più nelle maglie di questo progetto abbiamo riscontrato, nelle nostre discussioni, anche delle criticità, certamente non palesi, ma degne di riflessione.
La prima riguarda l'equilibrio fra le istanze delle scienza e delle tecnologie con quelle dei musei, luoghi quieti ma complessi, dove questi stimoli sono forse percepiti un po' meno e che potenzialmente potrebbero sentirsi emarginati, come spesso sono nella loro realtà quotidiana. Ci siamo trovati su questo confine, fra scienza e la quotidianità della prassi, e ci siamo posti il problema di come contrastare questa antica attitudine. L'unica arma disponibile: qualità e cura delle relazioni interpersonali.
Il secondo elemento riguarda la comunicazione di questo progetto. Sebbene si sia impostato un modello ormai collaudato di interazione fra sito web, canali social e altro non si sono raggiunti indici di gradimento particolari. Questa evidenza la riscontriamo anche sul nostro sito e sulla nostra pagina Facebook quando affrontiamo temi relativi alla conservazione preventiva o condividiamo contenuti di CollectionCare. E' un limite ormai riconosciuto della conservazione preventiva, quello di non saper attrarre le curiosità e molti fattori vanno addebitati all'indubbio scarso appeal, confrontato a quello di immagini eclatanti o eventi significativi. La Conservazione Preventiva soffre la condizione di non essere effimera, ha bisogno di tempo per dilatare la sua comunicazione e questo probabilmente non funziona. Forse sarebbe opportuno accettare questi numeri ed essere coscienti di questa scarsa presa oppure rivedere le modalità di costruzione dei contenuti e arricchire la nostra narrazione di maggiore empatia: contenuti video, interviste, far entrare il pubblico nella quotidiana dei musei e dei centri di ricerca coinvolti.

Conclusioni

Non sappiamo se tutti gli obiettivi di questo progetto saranno centrati; quelli strategici, volti a modificare le culture locali ed inserirle in un contesto globale, e quelli volti a contrastare con slancio i limiti indotti dall'isolamento e dalla autoreferenzialità, attitudini antiche e molto radicate. Non sappiamo se la CBC avrà la capacità e possibilità di partecipare ad altri progetti simili in futuro. Ciò nonostante ci siamo resi conto che le nostre tradizionali competenze possono avere maggiore respiro in un mondo che velocemente cambia i suoi modelli gestionali accelerando sulle capacità di comunicare velocemente, di scambiare informazioni in tempo reale, anche da remoto. Un modello culturale diverso da quello in cui ci siamo formati e cresciuti e proprio per questo interessante e stimolante, una dimensione che non ci deve intimorire e che forse dovremo saper governare, mettendoci un po' in discussione, ma portando le nostre istanze, valutazioni e percorsi decisionali.

Note

Un ringraziamento particolare a Laura Vagaggini Responsabile Amministrativo CBC
I contenuti e tutte le informazioni utili su www.collectioncare**.eu** **e** **www.cbccoop.it**

Bibliografia

CORDIS European Commision https://coedis.europa.eu/project/id/814624/es
APRE Agenzia per la Promozione della Ricerca Europea "Rapporto sulla partecipazione italiana ad Horizon 2020" 2018
Ministero dei Beni Culturali Direzione Generale di Musei "Piano Triennale di Digitalizzazione e Innovazione dei Musei Italiani" 2019
AA.VV. Preventive Conservation- The State of Art Congresso IIC Preprints Torino 2018
M.Mecklenburg C.Tumosa "Mechanical behavior of paintings subjected to changes in temperature and relative Humidity" in Art in Transit: studies in the transport of paintings Washington D.C. 1991 pagg. 137-172
S.Michalski "Paintings: their response to temperature, RH, shock and vibrations" in Art in Transit: studies in transport of paintings" Washington D.C. 1991 pagg. 223-48
Hagan, E., Quasney, E., & Mecklenburg, M. (2004). A parametric analysis of relative humidity effects on traditional panel paintings. *MRS Online Proceedings Library Archive*, *852*.
Colville, J., Kilpatrick, W., & Mecklenburg, M. M. (1982). A finite element analysis of multi-layered orthotropic membranes with application to oil paintings on fabric. *Studies in Conservation*, *27*(sup1), 146-150.
E.Bosco A.S.J.Suiker N.A. Flick Crack Channeling (Prediction) * in brittle coating systems under moisture or temperature gradients 2020
* contributo inserito nella documentazione di Collection Care relative a utilizzo di modelli predittivi

METODI INNOVATIVI PER LA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE DELL'ARCHITETTURA RURALE: IL CASO DI "REBECCO FARM" (BRESCIA)

Alessia Buda*, Barbara Scala**

*Architetto PHD, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo Da Vinci 32, Milano, 3284690610, alessia.buda@polimi.it
** Ricercatore B, Università degli Studi di Brescia, Via Branze, 43, Brescia, 23, 3200478503, barbara.scala@unibs.it

Abstract

Il contributo vuole presentare un caso di progettazione partecipato relativo ad una struttura rurale in cui si sono condivisi tra più figure professionali (architetti, ingegneri strutturisti, ingegneri impiantisti e restauratori), Scuole e Università, Comunità locali, gestori e futuri utenti.
Il progetto e la sua realizzazione sono stati finanziati dalla Fondazione Cariplo e dalle comunità Montane di Valle Trompia e Valle Sabbia con l'obiettivo di dare "nuova vita" alle aree interne attraverso il progetto "Attivaree". In questo vasto percorso gli Enti interessati hanno ritenuto opportuno dare spazio al recupero del patrimonio edilizio tradizionale, al fine di creare e rinforzare in modo più solido e fisicamente percepibile il sentimento di appartenenza al territorio. Il complesso oggetto di sperimentazione è costituito da due edifici risalenti al XV secolo che da forno fusorio per la trasformazione del minerale di ferro raccolto nelle vicine miniere, sono stati successivamente convertiti in carbonili e, a partire dal XX secolo, in costruzioni ad uso agricolo. Dopo circa venti anni di abbandono, si è previsto il loro recupero e conversione in fattoria didattica con la possibilità di ospitare scuole e turisti (Bed and Breakfast) e centro per lo sviluppo e valorizzazione della cultura rurale del territorio.
All'interno dell'iter progettuale, si è dato risalto all'aspetto conservativo, al miglioramento energetico e al contenimento delle dispersioni termiche attraverso l'involucro edilizio. Le strategie proposte hanno riguardato due indirizzi: da un lato il restauro delle murature esistenti costituite da ciottoli di fiume e giunti di malta di calce e intonaco di calce, dall'altro l'uso di materiali isolanti naturali, a basso impatto ambientale, compatibili con le caratteristiche costruttive dell'edificio esistente, nonché la definizione di sistemi impiantistici che sfruttano materiali a basso costo, disponibili da scarti di lavorazione presenti nel territorio delle valli (per esempio il cippato).
I materiali impiegati come isolante sono stati scelti tra quelli della tradizione locale e disponibili in loco: in particolare la canapa e il bambù, sfruttati in passato nella realizzazione di pareti interne e controsoffitti, per la loro disponibilità, leggerezza e flessibilità e considerati oggi come l'ultima frontiera della bioedilizia.
Per la valutazione dei consumi pre e post-intervento, delle condizioni di confort interne agli edifici è stato realizzato un modello energetico con il software ENERGY PLUS™, basato su un rilievo materico. Sulla base dei risultati ottenuti sono state avanzate ipotesi progettuali di pacchetti isolanti sulle murature verticali e della copertura, verificate anche dal punto di vista igrotermico con il software PAN 7.0®. Le soluzioni adottate hanno dimostrato un risparmio in termini di energia in toto del 65% e in termini ambientali un impatto molto basso.
Il progetto e il cantiere ora terminato si propongono come esempi metodologici e proporsi come esempio di buone pratiche non solo per la conservazione sostenibile dell'architettura rurale ma per il metodo di valutazione preventiva degli effetti che le scelte legate alle problematiche ambientali possono avere sull'architettura e le superfici storiche.

Introduzione

Parlare di architetture rurali significa riaprire un dibattito che si è speso dimostrato contradittorio, soprattutto rispetto l'opportunità e le modalità della loro conservazione. Le numerose campagne di catalogazione (Biasutti 1926, Biasutti 1932, Pagano 1935) hanno messo in evidenza come queste architetture sono un patrimonio a rischio di perdita. Questa situazione ha condotto nel tempo alla dimenticanza di saperi antichi e soluzioni tecnologiche proprie della cultura materiale locale (Mannoni 1994).
A questo patrimonio appartengono anche i numerosi dipinti o bassorilievi legati alla venerazione religiosa e visibili sulle pareti esterne delle cascine. Spesso i materiali utilizzati sono molto poveri, non codificati nella trattatistica, e manifestano situazioni conservative complesse. La volontà di conservare queste tracce artistiche è stata presente fino a che le architetture rurali hanno soddisfatto i bisogni vitali di chi le abitava. Venuta meno l'uso, cascine, malghe, fienile, stalle ecc. sono state abbandonate e con loro tutte le espressioni artistiche, le soluzioni artigianali, le particolari attività di riparazione e l'abitudine alla manutenzione (Figura 1).
Nella consapevolezza del rischio di perdita di questo patrimonio diffuso, del sapere e della materiale e immateriale di cui è portatore, è stata promossa attraverso la Fondazione Cariplo una attività di conoscenza volta da un lato alla catalogazione delle architetture, delle espressioni artistiche e di quelle artigianali, al fine di promuovere delle attività di pratiche di conservazione ma con la garanzia della qualità dell'intervento e il recupero di materiali e tecniche antiche rilette in chiave moderna. La prima azione svolta è stata quella di rendere consapevoli gli abitanti locali che l'architettura rurale non fosse solo un volume disponibile all'edilizia, ma un'espressione artistica e culturale che contribuisce al valore identitario del luogo. Attraverso il progetto Attivaree, si è cercato di dare consapevolezza del valore di queste risorse, da vivere e

condividere (Francini, Palermo, Viapiana, 2017) [1] a quella parte di giovane popolazione che sta vivendo la così detta "migrazione di ritorno" riappropriandosi del territorio agricolo. Le attività previste nel progetto Valliresilienti [2] hanno seguito un approccio fondato sul paradigma della conoscenza del patrimonio edilizio ed artistico, diffusione di buone pratiche di l'intervento e recupero di un'immagine unitaria.



Figura 1. Graffito con rappresentazione del profilo di un uomo (1701), Madonna con bambino (XVII sec.), riparazione un architrave in pietra (XVII sec.)

Il recupero degli edifici rurali della Valle Trompia: una scelta sostenibile e consapevole

L'importanza del recupero dell'edilizia rurale esistente quale patrimonio socioculturale è sottolineato anche dalle numerose iniziative del Ministero per i Beni e le Attività Culturali svoltesi negli ultimi anni, favorendo un turismo lento e sostenibile (Della Torre 2015). Recuperare una costruzione rurale significa comprenderne le caratteristiche e la storia conservativa in tutti i suoi aspetti per poi intervenire con rispetto, ma anche innovazione (Treccani Gian Paolo, 1996, Lemair 1997, Aliverti 2006, Agostini 2007, Pracchi 2008, Musso 2008). Un'attenzione particolare va posta sulla qualità del progetto e su un tipo di approccio che consideri gli aspetti ambientali (per comprendere i degradi e i materiali con cui sono realizzati i manufatti) e sia basato sulla definizione di idonei strumenti e metodologie d'intervento per un recupero appropriato attraverso maestranze qualificate. Questo non significa che non si possano inserire elementi contemporanei, a maggior ragione oggi che l'uso di materiali sostenibili è diventato prioritario, ma ciò deve essere fatto nel rispetto delle peculiarità del costruito storico, cercando con esso legami e relazioni (De Vita Maurizio 2009).

Il progetto Valli Resilienti in Valle Trompia: il recupero di Rebecco Farm

La fase di conoscenza dei sistemi costruttivi locali e delle opere artistiche presenti è avvenuta tramite il rilievo e la catalogazione diretta al fine di rispondere uno degli obiettivi del progetto: la "Mappatura e valorizzazione del patrimonio edilizio identitario nelle due valli". L'analisi del patrimonio costruttivo ed artistico della valle è stata condotta in tre anni di lavoro. Dopo aver individuato i caratteri e le tecniche costruttive e di finitura ancora conservati all'interno e sulle architetture, si è dato seguito ad una fase di ricerca metodologica e di attività sperimentale. L'indirizzo programmatico ed operativo è stato condiviso con i tecnici chiamati ad elaborare progetti per questi manufatti, le amministrazioni pubbliche con ruolo di controllo dell'attività edilizia, gli studenti delle scuole edili, le accademie e i proprietari delle strutture.
In seconda battuta la Valle Trompia ha individuato l'oggetto della sperimentazione prevista, nel nucleo abitato situato in località Rebecco (Lavone di Pezzaze - Brescia) in cui si trovano fabbricati agricoli da anni non più in uso (Figura 2, Figura 3). Negli obiettivi generale del programma l'azione "Rebecco Farm" prevedeva la riattivazione del complesso rurale a supporto dello sviluppo agricolo-ecologico-culturale con particolare attenzione ai servizi educativi e, vista la posizione strategica, è stato strutturato come centro di accoglienza e interpretazione del territorio, rimandando a tutti i luoghi dell'offerta museale ed ecomuseale, incentivando il potenziale storico e ambientale locale.
Il sito è soggetto ad un vincolo paesaggistico: nell'elaborazione del progetto si è discusso con la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Bergamo e Brescia, con la quale si è convenuto di seguire una strategia conservativa dando particolarmente attenzione agli aspetti costruttivi tradizionali, alle finiture anche non di pregio, riproponendo i volumi crollati desumibili dai catasto storico. Questa integrazione assecondava le esigenze funzionali dell'uso futuro garantendo spazi sufficienti per le diverse attività previste. Le destinazioni d'uso proposte comprendono un'area residenziale, situata nell'edificio più grande, mentre il più piccolo è stato destinato ad attività di formazione e di aggregazione. Le due strutture hanno un'estensione pari a circa 300 metri quadrati e i lavori di recupero sono terminati nel giugno 2020.



Figura 2. Fabbricati agricoli oggetto di intervento



Figura 3 Decorazioni presenti sulle strutture rurali del nucleo di Rebecco

Originariamente i due edifici erano luoghi di trasformazione del minerale di ferro di cui la valle è ricca. Purtroppo, il territorio non fu attento ad adottare le innovazioni industriali nel settore e perse di interesse e valore. A Rebecco sono rimasti i carbonili e vari vani per il deposito delle "loppe" (C. Simoni, 2010). I carbonili di Rebecco, nonostante in gran parte perduti, costituiscono il corpo maggiore del progetto (Edificio A). I corpi conservati sono costituiti da tre vani, di cui due privi di copertura ed il terzo, di dimensioni maggiori in larghezza, è stato riutilizzato per un lungo periodo come stalla, a piano terra, e fienile, al piano primo (Figura 2). All'interno del nucleo sono ancora conservate delle tracce di elementi decorativi (Figura 3). Nella riconversione da edifici industriali ad agricoli erano state conservate la distribuzione planimetrica, le murature, le superfici e l'andamento della copertura ad una falda molto pendente (Figura 4).

Analizzando le murature perimetrali, si è notato come le stesse siano costituite da grandi pietre recuperate dal vicino fiume Mella, collocate in opera con malta di calce prodotta in una calchera locale (Curioni, 1870) e occasionalmente ristilate con malta di cemento (durante interventi di riparazione). Salendo verso l'alto le pietre si riducono nelle dimensioni diventando semplici ciottoli e/o pietre sbozzate. Lo stato conservativo dell'intera costruzione era compromesso per la mancanza di copertura e la presenza di vegetazione arborea e arbustiva, la cui crescita era facilitata dalla posizione semi interrata di alcuni vani. Durante il cantiere è emerso come l'assenza di regimentazione dell'acqua dei terreni a monte della fabbrica avesse incrementato il degrado e soprattutto richiedesse un intervento radicale di drenaggio per un futuro riuso. Il secondo corpo di fabbrica (Edificio B) mostra caratteri costruttivi più rinnovati. Solo nel locale interrato le murature mostrano massi di dimensione notevole. Il piano terra è articolato in più locali: il primo, il più ampio a tutta altezza, ospita il camino per la lavorazione del latte e le travi su cui erano collocate le forme del formaggio per la stagionatura; gli altri vani erano ricavati da una suddivisione dello spazio principale con pareti di legno, espressione di una tecnica costruttiva molto diffusa in valle ma ordinariamente demolita (Figura 5) (Scala 2015, Scala, Boniotti 2020).



Figura 4. Fabbricati agricoli oggetto di intervento: i carbonili (Edificio A). Dei tre corpi di fabbrica, due erano già privi di copertura.



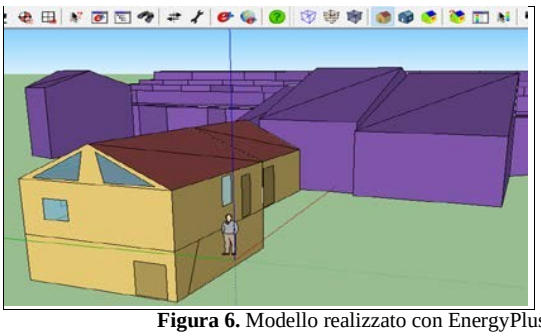
Figura 5. Fabbricato piccolo (Edificio B): la parete in legno e il camino per cuocere il latte

Il processo progettuale, verso una sperimentazione innovativa con materiali sostenibili

Il progetto ha visto il coinvolgimento di professionisti esperti in restauro architettonico, ingegneria energetica e strutturale, sostenibilità ambientale e dei materiali. Questa squadra di tecnici è stata accompagnata dalla Comunità Montana di Valle Trompia durante tutto il procedimento progettuale, in sede di definizione sia delle funzioni degli spazi sia degli interventi specifici di recupero. L'interdisciplinarietà del progetto ha permesso di elaborare una strategia di intervento che non guardasse al solo aspetto conservativo, ma che permettesse un uso e una valorizzazione proattiva in un'ottica di sostenibilità. Un'articolata e ricca conoscenza delle preesistenze, sia negli aspetti storici, materici e delle finiture ha permesso di individuare una serie di informazioni, che, interpretate correttamente, sono state capaci di suggerire una strategia d'intervento appropriata (Buda, 2020). In particolare, l'utilità della sperimentazione nasce dalla possibilità di validare materiali naturali e compatibili con i materiali storici che possono essere funzionali anche in ambienti non legati alla ruralità ma in ambiti artistici e architettonici di particolare interesse (Bozsaky, 2010).

La simulazione energetica e microclimatica

Il centro della sperimentazione sta nella verifica di alcuni materiali utilizzati come isolamento termico delle murature. Considerato che l'edificio non era in uso da parecchi anni e non presentava nessun sistema di controllo delle condizioni termo-igrometriche interne, non è stato possibile all'atto delle analisi valutare un record di consumi come base per la valutazione degli interventi. Si è quindi agito con lo strumento della simulazione termo-igrometrica ed energetica, adoperando due softwares differenti. In particolare, in questa sperimentazione è stato utilizzato il motore di simulazione EnergyPlus™, validato da diversi autori già in edifici storici (Ascione, 2017; Adhikari et al., 2013; Aste et al., 2018).
La modellazione è stata realizzata utilizzando dati noti selezionati. Infatti, i modellisti dedicano molto del tempo alla risoluzione dei problemi generati nella elaborazione e nella messa a punto dei modelli energetici. Pertanto, è consigliabile ottimizzare il modello, mantenendolo il più semplice possibile.
Il primo passo è stata la definizione della geometria della struttura campione, ruotata in base all'orientamento effettivo nello spazio dell'edificio. Inoltre, è stato ricostruito il contesto con le relative superfici ombreggianti. Successivamente, sono state definite le quattro zone termiche, ossia i diversi ambienti individuati per i quali erano previste necessità microclimatiche specifiche (sottotetto, camera soppalcata, camera a doppia altezza e cantina), descrivendo per ciascuna di esse le caratteristiche dell'involucro, assegnando le caratteristiche termiche a superfici opache e trasparenti. La comprensione dell'esatta stratigrafia dei pacchetti di materiali è stata possibile attraverso l'osservazione diretta confrontata con la bibliografia. Nel modello sono stati individuati due diversi pacchetti di parete e sono state inserite tutte le tipologie di aperture riconosciute.



Edificio B – Modello in EnergyPlus

- 4 zone termicheindividuate
- Dati climatici dettagliati: Stazione meteo Collio(Brescia).
- Caratteristiche dettagliate della busta dai riferimenti
- Possibilità di valutare fabbisogni energetici senza impianti
- Definizione del tasso diinfiltrazione
- Definizione della pianificazione dei guadagni interni
- Valutazione del comfort: PMV e PPD (metodo Fanger)

Figura 6. Modello realizzato con EnergyPlus™ per la verifica delle condizioni microclimatiche interne.

La simulazione della prestazione energetica dell'edificio può essere eseguita non solo per conoscere i consumi dell'edificio nelle condizioni medie di funzionamento di un anno tipo, ma anche per determinarne il comportamento nelle condizioni più critiche. Il passo successivo è stato l'inserimento dei carichi termici. È stato creato un programma per ciascuna zona con l'apparecchiatura elettrica indicata, la portata d'aria esterna e il set-point di riscaldamento/raffreddamento. Per i ricambi d'aria, abbiamo notato che le porte e le finestre erano molto degradate, non completamente apribili. Il valore della portata d'aria esterna è stato quindi calcolato in base al volume dei locali e al fattore di infiltrazione attraverso le finestre. I dati sono stati tarati in base al previsto utilizzo delle stanze.
La valutazione energetica è stata svolta sull'edificio B, sul quale si era ipotizzato il maggiore intervento e dove la copertura era ancora presente, tale da poter permettere di rilevare dei dati istantanei di temperatura e umidità relativa per un check dei dati del modello. Il rilievo dei dati in loco è stato svolto a campione durante il 2017 e 2018. Il risultato dell'analisi energetica ha mostrato all'interno dell'edificio B un andamento delle temperature molto rigido in inverno e mite in estate, ma la curva è risultata più omogenea rispetto alla medesima relativa alle condizioni esterne (Figura 7). Anche per quanto riguarda le condizioni di umidità relativa, la curva mostra un andamento più mite rispetto alle condizioni esterne. Le condizioni più critiche dunque per il comfort interno sono visibili in inverno sino agli albori della primavera (dicembre – marzo) (Figura 8).
In base a questi risultati si è ritenuto opportuno pensare un intervento che agisse sul clima invernale. Si è quindi verificato attraverso il modello dei sistemi di isolamento termico che riducessero le perdite invernali per trasmissione attraverso l'involucro.

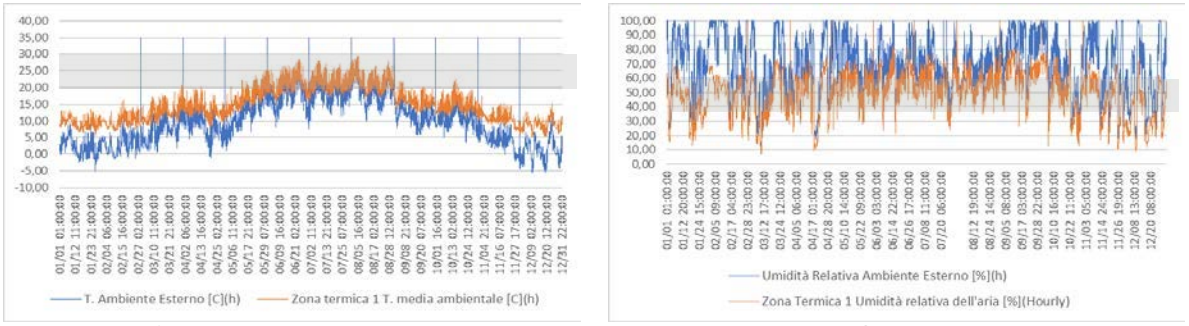


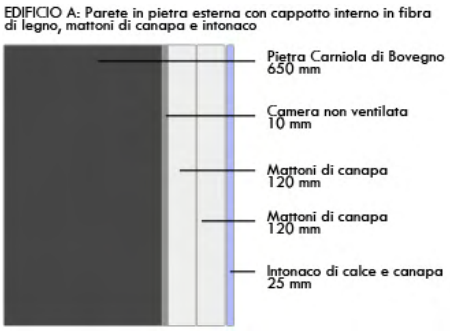
Figura 7 e 8. Grafici riportanti (a sinistra) l'andamento delle temperature e (a destra) l'andamento dell'umidità relativa. In blu le condizioni esterne, in arancione le condizioni simulate nell'edificio A. In grigio si evidenzia il range di comfort per uso abitativo (UNI TS 11300:2014).

Gli interventi: ipotesi, analisi e realizzazione

La mancanza di una metodologia decisionale condivisa può generare il rischio di non avere una panoramica completa sia sulla conservazione dei materiali che sugli aspetti di efficienza energetica quando ci si avvicina al progetto (Buda 2019). Perciò, come criterio principale della pianificazione degli interventi è stato ritenuto importante non alterare l'esterno della muratura e la sua complessa composizione, nel rispetto anche del vincolo paesaggistico del sito e delle finiture. Gli unici interventi sull'involucro esterno hanno riguardato l'integrazione delle lacune di intonaco per ripristinare continuità agli intonaci e proteggere la muratura dall'ambiente esterno. Il secondo criterio adottato è stato quello di non modificare la forma del tetto (preservando le tipiche aperture trapezoidali del tetto e il camino), tipica della tradizione costruttiva della Valle. Altro criterio importante è stato il rispetto di tutti gli elementi considerati memoria del passato uso agricolo (il camino nell'Edificio B, la cantina per il ricovero degli animali, la cantina esterna per la conservazione dei cibi, la loggia laterale, la cisterna per la raccolta dell'acqua, le finiture superficiali ecc.).
All'interno dell'edificio B, durante il cantiere, sono state rimosse, conservate e ricollocate alla fine dei lavori le leggere partizioni murarie con struttura in legno (tipica della tradizione costruttiva locale). Altri elementi costruttivi quali gli architravi in legno sopra le aperture esterne, i vetri e la ferramenta di porte e finestre sono state mantenuti pur non attribuendo loro un apporto funzionale di carattere energetico.

Il pacchetto per il miglioramento energetico è stato ipotizzato da collocarsi internamente: considerato che la muratura non presenta particolari segni di infiltrazioni o di condensa, si è valutato un sistema di isolamento che rispondesse a un duplice scopo: da una parte ridurre le perdite per trasmissione termica attraverso le pareti, specie in condizioni invernali; dall'altro individuare un pacchetto che non creasse problemi di condensa interstiziale e superficiale alle pareti.
Nella fase di concept iniziale e poi di costruzione, si è valutato l'uso di biomateriali: i materiali sono stati scelti per essere compatibili con la muratura esistente, naturali, legati alla tradizione locale ad alta traspirabilità e buona capacità termica. In particolare, riagganciandosi alla pratica costruttiva e ai materiali storicamente adoperati in questo luogo, si è previsto come isolante l'uso della parte legnosa della pianta di canapa in combinazione con calce. Scarto dell'industria tessile e prodotto di facile reperibilità locale, ha enormi capacità igroscopiche. L'elevata presenza di silice al suo interno ha reso possibile il suo impiego come inerte nelle miscele a base di calce idrata. Miscelato con quest'ultima, infatti, la parte legnosa della pianta di canapa reagisce mineralizzandosi, passando così da uno stato vegetale ad uno minerale, con tutte le caratteristiche di quest'ultimo; la calce aerea, grazie alla presenza di piccole sacche d'aria all'interno, salda tra loro gli inerti e acquistando resistenza a compressione (Wienke, 2008). Sono stati scelti per il cappotto interno blocchi di canapa (Caratteristiche tecniche: Massa volumica = 300 Kg/m3, Calore specifico, C = 1700 J/Kg K; Conducibilità termica, λ = 0,070 W/mK; Coefficiente di diffusione del vapore acqueo, μ = 5; Trasmittanza termica* = 0,187 W/m2K), intonaco in calce e canapa (Caratteristiche tecniche: Massa volumica = 600 Kg/m3, Calore specifico, C = 1250 J/Kg K; Conducibilità termica, λ = 0,090 W/mK; Coefficiente di diffusione del vapore acqueo, μ = 5,3; Trasmittanza termica* = 0,187 W/m2K) (Mcginn et al., 2019).
In altre pareti è usata la canna palustre in pannelli poi intonacati con calce (Caratteristiche tecniche: Massa Volumica 190 kg/m3, Calore Specifico C 1500 J/Kg.K, Conducibilità Termica UNI EN 1745 λ=0,055 W/mK, Coeff. di diffusione vapore acqueo μ = 2, reazione al fuoco UNI EN 13501 Classe B2). La canna palustre, come la canapa, è una risorsa velocemente rinnovabile che cresce in grande quantità ogni anno. La catena di produzione è molto corta con un'incidenza energetica totale veramente ridotta. Si tratta di un prodotto atossico, non dannoso per la salute e per l'ambiente e sia nel reperimento della materia prima sia nella lavorazione non prevede impiego di prodotti chimici o collanti di origine sintetica (Garay, 2017).
A supporto del modello energetico nella definizione delle caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'edificio è stato utilizzato il software di simulazione PAN 7.0®, che permette di calcolare e verificare la trasmittanza termica invernale ed estiva, il rischio di muffe e condense interstiziali, il tempo di asciugatura delle strutture, l'analisi agli elementi finiti per il comportamento estivo, le dispersioni verso il suolo e verso ambienti non riscaldati. I dati sui materiali adottati per eseguire le simulazioni sono stati quelli provenienti dalla UNI EN ISO 6946 e dalla UNI EN ISO 10077-1.
Nell'Edificio A è stata realizzata un'integrazione con un pannello in fibra di legno e mattoni in canapa (Figura 9). Gli spazi interni non sono stati compromessi dall'isolamento aggiunto ad una certa distanza dal muro esistente. Dal punto di vista termico, i valori di trasmittanza sono stati ridotti da 1,45W/m²K ad un valore post-intervento di 0,23W/m²K.



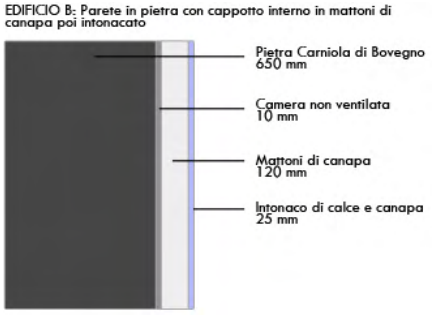


Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8844
Resistenza minima accettabile:	2,1619 m²K/W
Resistenza totale dell'elemento:	4,2024 m²K/W
Verifica Condensa	<500 g/m2
VERIFICA SUPERATA	

Figura 9 Edificio A: parete in pietra esterna con cappotto interno in fibra di legno, mattoni di canapa e intonaco

Nell'Edificio B è stata previsto l'isolamento energetico in fibre naturali (mattoni di canapa e calce) (Figura 10). Anche in questo caso, i valori di trasmittanza sono stati ridotti da 1,86 W/m²K ad un valore post-intervento di 0,14 W/m²K.



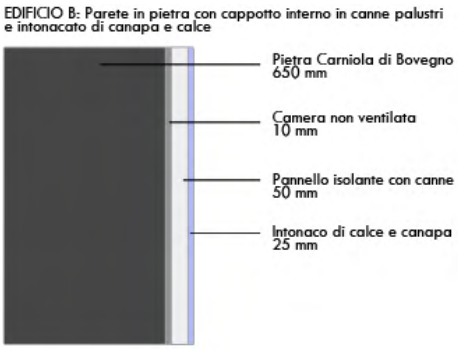


Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8019
Resistenza minima accettabile:	1,2618 m²K/W
Resistenza totale dell'elemento:	2,9953 m²K/W
Verifica Condensa	<500 g/m2
VERIFICA SUPERATA	

Figura 10. Edificio B: parete in pietra con cappotto interno in mattoni di canapa poi intonacato

Sempre nello stesso locale ma in una parete con orientamento diverso l'isolamento interno, è stato e pannello di canne e intonaco di canapa, calce (Figura 11). I valori di trasmittanza sono stati così ridotti da 1,9 W/m²K a 0,38 W/m²K.





Mese critico:	gennaio
Fattore di temperatura:	0,8019
Resistenza minima accettabile:	1,2618 m²K/W
Resistenza totale dell'elemento:	2,6317 m²K/W
Verifica Condensa	<500 g/m2
VERIFICA SUPERATA	

Figura 11. Edificio B: parete in pietra con cappotto interno in canne palustri e intonacato di canapa e calce

Le soluzioni adottate hanno dimostrato un risparmio in termini di energia del 65% e in termini ambientali un impatto molto basso, essendo tutti prodotti certificati Ecolabel, a bassa conducibilità termica e ad alta inerzia (Wienke, 2008; Garay, 2017). Il vantaggio nell'uso di prodotti di bioedilizia sta anche nel fatto che la loro produzione comporti un limitato consumo di risorse naturali, di energia e di CO_2. In più, l'alta igroscopicità e la permeabilità al vapore acqueo contribuiscono a mantenere un livello corretto di umidità negli ambienti (Buda et al., 2018). In tutti i pacchetti presentati, la verifica alla formazione della condensa superficiale è stata negativa: questo dato è stato essenziale per la calibrazione dell'intervento, evitando il rischio di creare muffe e conseguentemente fenomeni di degrado nella muratura. Da un punto di vista conservativo, le scelte effettuate hanno rispettato un uso tradizionale dei materiali anche nelle soluzioni tecnologiche introdotte, che fornisce una dimostrazione fisica e pratica della possibilità di operare in modo rispettoso nell'architettura rurale. La coibentazione ha ridotto effettivamente lo spazio interno dei locali, tuttavia non è direttamente a contatto con la parete esistente, quindi è asportabile rendendo l'intervento reversibile. Anche sul tetto è stato collocato dell'isolante, in particolare della fibra di legno che garantisce la completa chiusura energetica dell'involucro.

Conclusioni

Il contributo ha voluto presentare essere un esempio per condividere un processo e una metodologia di intervento che può essere adottata in altre situazioni, anche in ambiti a cui si riconosce un maggiore valore storico-artistico rispetto all'esempio riportato. Gli obiettivi sono stati quelli di individuare materiali naturali e tecniche della storia costruttiva locale, che garantissero la conservazione della materia con cui sono stati realizzate le murature, gli intonaci, ma anche finestre e porte e tutti gli elementi storici presenti, a cui è stato riconosciuto un valore identitario e culturale. Nello stesso tempo si è valutata la necessità di garantire un uso attivo dei locali da parte dei gestori del centro "Rebecco Farm", che vivono all'interno del nucleo storico, ospitando turisti che vogliono svolgere una esperienza di vita all'interno di strutture tradizionali, ma nello stesso tempo garantiti nel confort del quotidiano, a cui siamo ormai abituati.
Le analisi scientifiche svolte durante il progetto, in fase di realizzazione dell'intervento di recupero e dopo i lavori, si sono rivelate essenziali. Infatti, i rischi di errore nelle scelte e, conseguentemente, la messa in crisi del sistema sono stati ridotti ai minimi termini. Grazie alla simulazione svolta sul modello energetico, arricchito da dati relativi alle misurazioni ambientali reali e alle prestazioni energetiche dei materiali, si è potuto valutare preventivamente eventuali effetti negativi o punti pericolosi alla conservazione dell'opera, indirizzando la progettazione in modo corretto.
L'utilità di questa sperimentazione vorrebbe essere quella di proporre la metodologia di analisi da adottarsi anche in presenza di situazioni artistiche importanti (nel nostro esempio il rischio di perdita o danneggiamento riguardava porzioni di intonaco di calce con rare tracce decorative), un invito a valutare quei materiali naturali, diffusi nella bioarchitettura, che offrono buone prestazioni termiche e, grazie alle verifiche svolte su questi manufatti storici, hanno mostrato qualità di compatibilità e capacità nella gestione dell'umidità nelle murature e negli ambienti. Infine, il contributo vorrebbe essere un incentivo alla collaborazione intersettoriale, tra tecnici, professionisti, scienziati provenienti da discipline diverse che con il contributo delle rispettive competenze possono aiutare alla conservazione del patrimonio storico. Ultimo ma non per importanza, il partenariato pubblico-privato, insieme alla visione degli esperti del retrofit, è stata una strategia vincente: ha permesso di coniugare soluzioni in un sistema di attività ben calibrato, con una visione a lungo termine della gestione dell'edificio. Il processo decisionale è stato coordinato con le varie figure. Gli strumenti esplorativi utilizzati sono stati interviste e focus group, con l'obiettivo di approfondire il dialogo, coinvolgere la comunità renderla edotta delle scelte conservative ed esplorare gliasset territoriali.

NOTE

[1] Nel 2016 la Fondazione Cariplo promosse un bando, assecondando l'attenzione mostrata a livello nazionale, rivolto a quella parte di territorio caratterizzato da centri minori. Queste realtà sono lontane dalle aree urbane, distribuite in modo

eterogeneo in zone montane o in pianure, con scarsi collegamenti con la città. Sono luoghi la cui economia, legata alle risorse naturali del territorio, ha mantenuto per secoli un certo equilibrio socioeconomico fino ad entrare in crisi quando congiunture negative indussero la popolazione locale ad abbandonare le proprie case. La Fondazione Cariplo ha ritenuto strategico per la conservazione di questo territorio l'intersettorialità di azioni al fine di rendere consapevole la comunità locale delle risorse da essa conservate e da valorizzare. Tra punti fondamentali che i partecipanti al bando dovevano garantire vi erano la valorizzazione di aspetti ambientali, sociali, culturali, formativi e di ricerca, strategie di riuso di manufatti storici, testimonianza della cultura costruttiva e della storia locale. Il progetto "Valli Resilienti" ha interessato un territorio di 25 comuni montani dislocati in due valli, Valle Trompia e Valle Sabbia, in Provincia di Brescia.
[2] www.attivaree-valliresilienti.it

BIBLIOGRAFIA

1. Adhikari Rajendra Singh, Lucchi Elena, Pracchi Valeria, *Energy modelling of historical building: applicability, problems and compared result* in EWCHP–2013 European Workshop on Cultural Heritage Preservation Bolzano, Settembre 16-18, 2013.
2. Agostini Stella, *Architettura rurale: la via del recupero. Alternative d'intervento sull'esistente*, Milano, Libreria Clup, 2007.
3. Akkurt Gülden G., Aste Niccolo, Borderon Julien, Buda Alessia, Calzolari Marta, Chung D, Costanzo Vincenzo, Del Pero Claudio, Evola Giampiero, Huerto-Cardenas Diego H., Leonforte Fabrizio, Lo Faro Alessandro, Lucchi Elena, Marletta Luigi, Nocera Francesco, Pracchi Valeria, Turhani Cigdem, *Dynamic thermal and hygrometric simulation of historical buildings: Critical factors and possible solutions*, in *«Renewable and Sustainable Energy Reviews»*, 118, Febr. 2020, pp. 1-17
4. Aliverti Lucia, Della Torre Stefano, Gnone Marta, Leoni Marco, Musso Stefano, *Guida alla manutenzione e al recupero dell'architettura rurale intelvese*, Lipomo, Cesarenani tipografia editrice, 2006.
5. Ascione Fabrizio, Rossi Federico, Giuseppe Vanoli, *Energy retrofit of historical buildings: Theoretical and experimental investigations for the modelling of reliable performance scenarios*, in *«Energy and Buildings»*, 43, 8, 2011, pp. 1925-1936.
6. Biasutti Renato, *Per lo studio dell'abitazione rurale in Italia*, in *«Rivista Geografica Italiana»*, XXXIII 1926, 1-2, pp. 1-24.
7. Bozsaky David, *The historical development of thermal insulation materials*, in *«Periodica Polytechnica Architecture»*, January 2010, 41(2), 49.
8. Buda Alessia, *Energy efficiency of Historic buildings. Guidelines and new practices of intervention in Mediterranean climate*, Tesi di Dottorato, Politecnico di Milano, 2020.
9. Buda Alessia, *Overview on the sustainability of energy retrofit choices for built heritage conservation*, in Fanzini D., Tartaglia A., Riva R., (a cura di), Project challenges, sustainable development and urban resilience, Maggioli, 2019, pp. 168-176.
10. Buda Alessia., Lavagna, Monica, 2018. *LCA methodology to compare alternative retrofit scenarios for historic buildings: a review*, Conference Proceedings of 12th Italian LCA Network Conference. Life Cycle thinking in decision-making for sustainability: from public policies to private business, pp. 299-307.
11. Curioni Giulio, *Osservazioni geologiche sulla Valle Trompia*, in, *Memorie del reale istituto di scienze e lettere*, Volume duodecimo, Bernartoni, Milano,1873, p. 84.
12. De Vita Maurizio, *Città storica – edilizia sostenibile, un programma di sperimentazione avanzata*, in De Vita M. (ed.), Città storica e sostenibilità, Atti del Convegno, Firenze 17 marzo 2009, Firenze, Edizioni Regione Toscana, 2009, pp. 31-65.
13. Della Torre Stefano, *Shaping Tools for Built Heritage Conservation: from Architectural Design to Program and Management. Learning from "Distretti culturali"*, in Van Balen Koen, Vandesande A. (eds.), *Community involvement in heritage*, Antwerp – Apeldoorn, Garant, 2015, pp. 93-101.
14. Francini Mauro, Palermo Annunziata, Viapiana Maria Francesca, *Aree interne: un'importante 'inclinazione' territoriale per integrate politiche di coesione*, Territorio, n.8.Franco Angeli, Milano, 2017.
15. Garay Roberto, *Highly Insulated Systems for Energy Retrofitting of Façades on its Interior*, in «*Procedia Environmental Sciences»*, Elsevier, 2017, 38, pp. 3-10.
16. Lemair Raymond. Martin Marie, *Patrimonine et identité culturelle, in Vanden Bemebn Yvette*. (ed.), *Premières rencontres du Amèrique latine-Europe. Monuments, sites et documents historiques, Facultés Universitaire Notre-Dame del la Paix, Namur*, 10-13 settembre 1996, Namur, Presse Universitaires de Namur, 1997, pp. 299-301.
17. Mannoni Tiziano, 3. Caratteri costruttivi dell'edilizia storica, ESCUM, Genova, 1994
18. Mcginn J, Pavía S, Kinnane Oliver, *Application of hemp-lime renders to improve insulation of walls*, Conference: 3rd International Conference on Bio-Based Building Materials, Project: Sustainable and Bio-based Materials, July 2019, Belfast.
19. Musso Stefano, Franco Giovanna, Gnone Marta, *Architettura rurale nel parco del Beigua. Guida alla manutenzione e al recupero*, Venezia, Marsilio, 2008.
20. Pagano Giuseppe, *Case rurali*, in *«Casabella»*, VIII, 86, 1935, pp. 9-15.
21. Pracchi Valeria (ed.), *Pratiche costruttive storiche. Manufatti in stucco e strutture lignee di copertura in edifici lombardi*, Nodo Libri, Como, 2008.
22. Scala Barbara, Boniotti Cristina, *Il patrimonio architettonico montano rurale della Valle Trompia Linee guida alla conoscenza e alla conservazione*, Nardini, Firenze, 2020.
23. Scala Barbara, *Imparare dalla tradizione. Tecniche costruttive e pratiche di riparazione dell'edilizia storica nel territorio bresciano: alcuni esempi*, Archistor, III, n. 5, 2015, pp. 198-255
24. Simoni Carlo, 2010, *La via del ferro e delle miniere in Valtrompia*, Grafo, Brescia.
25. Sinka Maris, Bajare Diana, Gendelis Stanislavs Jakovics Andris, *In-situ measurements of hemp-lime insulation materials for energy efficiency improvement*, in *«Energy Procedia»*, August 2018, 147, pp. 242-248.
26. Treccani Gian Paolo, *Pratiche costruttive e progetto di conservazione*, in Della Torre S. (ed.), *Storia delle tecniche murarie e tutela del costruito. Esperienze e questioni di metodo*, Milano, Guerini, 1996, pp. 277-287.
27. Wienke Uke, *Manuale di Bioedilizia*, editore DEI, 2008.

PROBLEMATICHE DI PROGETTAZIONE E INTERVENTO

PROTEZIONE DI SUPERFICI AD INTONACO IN CALCE: UN CONFRONTO TRA MATERIALI NATURALI DELLA TRADIZIONE E MATERIALI DI SINTESI COMMERCIALI

Luca Scappin

Università IUAV di Venezia, Venezia, +393382457503, scappin@iuav.it

Abstract

Negli intonaci della tradizione precedente il XIX secolo, soprattutto di area veneta, si possono riconoscere delle forme di protezione superficiale basate sull'impiego di materiali inorganici (come la calce in forma di crema o latte), oppure di sostanze organiche, di tipo vegetale (cera carnauba, olio di lino, sapone prodotto a Venezia, sapone di Aleppo, sapone di Marsiglia) o animale (cera d'api). Per quanto si deduce dalle analisi effettuate su campioni di intonaci storici e in relazione alle informazioni presenti nella letteratura storica, si può affermare che queste protezioni dall'acqua di invasione esterna sono sempre state considerate un elemento imprescindibile per garantire una migliore durata dell'intero rivestimento, che è strettamente legata alla riduzione della porosità superficiale. La tecnica di applicazione dei protettivi, riconoscibile anche dai fenomeni di degrado e dalle sezioni microstratigrafiche di campioni, era basata sulla stesura nello stato di fresco dell'ultimo strato di finitura in modo da sfruttare la coesione con la parte liquida della calce presente in superficie quando l'intonaco inizia la carbonatazione.
In considerazione della carenza di sperimentazioni e verifiche analitiche sulle forme di protezione degli intonaci esterni eseguiti con le tecniche tradizionali si sono impostate una serie di prove utili a chiarire lo stretto rapporto esistente tra durabilità e tipo di superfici, riferite in particolare allo strato finale e alla relativa tecnica di finitura. Rispetto ai materiali di protezione superficiale della tradizione sono state eseguite innanzitutto le analisi di laboratorio per definire le singole permeabilità al vapore, poi si è elaborato un confronto tra questi materiali e alcuni prodotti commerciali mediante un'applicazione su due serie di campioni, sottoposti a invecchiamento artificiale. Inoltre altre sperimentazioni sono state condotte per verificare l'utilizzo saponi di diversa origine e consistenza, mediante applicazioni su superfici esterne di parete e su specifici campioni prodotti in laboratorio. Le prove e le sperimentazioni che si propongono costituiscono una parte di un percorso di ricerca che vuole mettere in evidenza le caratteristiche dei prodotti organici della tradizione, i quali risultano compatibili con le superfici storiche a cui offrono i migliori effetti di durata nel tempo. Infatti, rispetto agli intonaci a base di calce di tipo tradizionale le forme di protezione possono garantire tempi lunghi di manutenzione programmata con modalità che sfruttano le proprietà di questo legante.

1. Introduzione

Negli intonaci della tradizione precedente il XIX secolo si possono riconoscere delle forme di protezione basate sull'impiego di materiali inorganici, come la calce in forma di crema o latte, oppure di sostanze organiche, di tipo vegetale (cera carnauba, olio di lino, sapone prodotto a Venezia, sapone di Aleppo, sapone di Marsiglia) o animale (cera d'api). Per quanto si deduce dalle analisi effettuate su campioni di intonaci storici **[1, 2, 3]** e in relazione alle informazioni dalla letteratura storica **[3, 4, 5]**, si può riconoscere che le protezioni superficiali dall'acqua di invasione esterna sono sempre state considerate un elemento imprescindibile per garantire una migliore durata dell'intero rivestimento, legata alla riduzione della porosità superficiale. La tecnica di applicazione, riconoscibile anche dai fenomeni di degrado e dalle sezioni microstratigrafiche di campioni, era basata sulla stesura nello stato di fresco dell'ultimo strato di finitura in modo da sfruttare la coesione con la parte liquida della calce presente in superficie quando l'intonaco inizia la carbonatazione.
In considerazione della carenza di sperimentazioni e verifiche analitiche sulle forme di protezione degli intonaci esterni eseguiti con le tecniche tradizionali si sono impostate una serie di prove utili a chiarire il rapporto stretto esistente tra durabilità e tipo di superfici riferite allo strato finale e alla relativa tecnica di finitura.
A tale scopo lo scrivente ha costruito un percorso di ricerca volto a verificare le caratteristiche di applicabilità dei materiali e delle tecniche mediante sperimentazioni condotte in laboratorio e in cantiere. In particolare le prove hanno riguardato: 1. la verifica della permeabilità al vapore dei materiali tradizionali; 2. un confronto tra materiali tradizionali e prodotti commerciali applicati su due serie di campioni sottoposti a invecchiamento artificiale e ad analisi di laboratorio; 3. la sperimentazione su superfici esterne di parete di intonaci in marmorino e intonaci in sabbia che presentavano diverse forme di degrado; 4. un confronto tra saponi di diversa origine e consistenza.

2. Parte sperimentale

- La permeabilità al vapore dei protettivi riferiti alla tradizione

La misura della caratteristica di permeabilità al vapore acqueo risulta importante in quanto al contrario di quello che accade con l'acqua allo stato liquido, il vapore d'acqua si diffonde con maggiore facilità all'interno delle strutture, quando tra i lati del materiale si stabilisce un gradiente di pressione e temperatura. L'obiettivo principale della prova, infatti, consisteva nel verificare le proprietà superficiali che derivano dall'impiego di protettivi riferiti alla tradizione di origine naturale (oli, saponi, cere), alcuni dei quali diluiti con un solvente tradizionale come la trementina (resina di origine vegetale). L'applicazione dei singoli protettivi è stata eseguita su un supporto di riferimento noto (carta abrasiva con numero di grana 400), in base alle indicazioni della normativa relativa a questo tipo di prova (metodo della capsula, UNI EN ISO 7783-2012) **(Figure 1, 2, 3).** Le serie di tre campioni testati per quattro prodotti (cera d'api, cerca carnauba, olio di lino cotto, sapone di Aleppo) hanno fornito indicazioni interessanti sulle caratteristiche legate alla capacità di resistenza al vapore **(Figure 4, 5).** Gli ordini di grandezza dei valori di permeabilità al vapore sono molto alti soprattutto per la cera d'api (ordine di grandezza di 10^6) mentre sia il sapone che l'olio di lino cotto hanno un ordine di grandezza due volte inferiore (10^4). La cera d'api risulta quindi non permeabile al vapor acqueo, mentre tra l'olio di lino cotto e il sapone risulta che il primo ha un valore di resistenza al vapore tre volte maggiore rispetto al secondo.

Nel caso della cera carnauba si sono riscontrati tutti i valori molto bassi e costituiscono quindi una anomalia ripetuta la cui ragione è legata probabilmente ad un film di stesura che è diventato discontinuo per interruzioni di micro fessure da ritiro che permettono al vapore di passare liberamente. Infatti in fase di applicazione la cera carnauba è risultata molto più densa della cera d'api, più difficile da sciogliere e ha reso un film più rigido che probabilmente si è fessurato.

La realizzazione dei dischi è svolta in collaborazione con l'artigiano Giorgio Berto, mentre le prove sono state eseguite presso il laboratorio del Center Materials Research (C.M.R.), Vicenza (direzione prova dott. Francesco Rizzi geologo, analisi dei dati dott.ssa Roberta Giorio fisico).



Figura 1. Dischi campione pennellati di olio di lino (sin.) e di cera carnauba (dex)



Figura 2. Pesatura dei vasi prima della prova

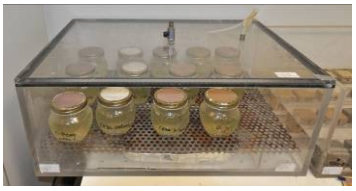


Figura 3. Vasca di prova con i campioni

Provino	Spessore del film (S) (micron)	Grado di Trasmiss. Vapore d'acqua (g/m^2d)	Spessore d'aria equivalente (s_d) (m)	Fattore di resistenza al vapore (μ)
A	56	27	1,09	$1,94 *10^4$
B	65	31	0,95	$1,45 *10^4$
C	70	50	0,59	$0,85 *10^4$
Valore medio	**65**	**36**	**0,88**	**$1,41 *10^4$**

Figura 4. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo (metodo della capsula) per provini con sapone nero

Provino	Cera d'api	Cera carnauba	Sapone nero	Olio di lino cotto
A	-	22	$1,94 *10^4$	$3,50 *10^4$
B	$1,14 *10^4$	278	$1,45 *10^4$	$3,25 *10^4$
C	$0,46 *10^4$	-	$0,85 *10^4$	$4,39 *10^4$
Valore medio	**$0,80 *10^4$**	**150**	**$1,41 *10^4$**	**$3,71 *10^4$**

Figura 5. Valori delle singole prove e determinazione del valore medio per i quattro tipi di protettivi

- Confronto tra protezioni tradizionali e protettivi commerciali

Per impostare un confronto tra i protettivi di tipo tradizionale di origine naturale e protettivi legati a processi di produzione di sintesi industriale è stata sviluppata una sperimentazione basata sulla riproduzione di superfici ad intonaco della tradizione veneziana su supporti in laterizio **(Figure 6, 7, 8, 12, 13)**. Per tutti i campioni sono state scelte alcune analisi non invasive che permettono di confrontare le modifiche nel tempo dopo avere imposto delle condizioni di aggressione accelerate mediante la camera climatica (analisi effettuate a t0, t200h, t400h) in modo da simulare alcuni degli effetti dell'esposizione agli agenti esterni ambientali. La camera climatica utilizzata (Suntest XXL+Atlas) simula gli effetti combinati di luce solare (UV), effetto pioggia e umidità relativa, con parametri riferiti alla normativa ASTM D 904-99, in cicli di 200h ciascuno. Per ogni tipo di aggregato (sabbia, marmorino, cocciopesto) sono stati preparati simultaneamente due pannelli (ciascuno di dimensioni cm 40x40), corrispondenti alle due serie necessarie: la serie T per i protettivi tradizionali combinati con percentuali diverse come da tabella **(Figure 10, 12, 13)**, e la serie C per i protettivi commerciali elencati nella tabella **(Figure 11, 13)**, ciascuno suddivisi con incisioni in 12 riquadri che sono stati tagliati successivamente per ottenere 72 campioni-mattonelle (di dimensioni ca. cm 10x13,5) **(Figura 9)**. Per i pannelli con prodotti tradizionali (serie T) è stato scelto di verificare solo l'applicazione a fresco in quanto da prove precedenti risulta la più efficace **[7, 8]** mentre per i materiali commerciali si è verificata sia la stesura a secco che a fresco.

Tutti i 72 campioni ricavati dalle sei tavelle in laterizio sono stati esaminati con la misura dell'angolo di contatto relativo al metodo della goccia (indicazioni NORMAL 33/89) per verificare il tipo di assorbimento nella fase

iniziale prima dell'invecchiamento accelerato, dopo il primo ciclo di 200h e dopo il secondo ciclo di 400h, in modo da confrontare tutte le superfici ottenute con i diversi prodotti. Per il ciclo di invecchiamento sono stati selezionati 8 campioni (4 per la serie T e 4 per la serie C): 1T, 3T, 6T, 8T, 1C, 2C, 6C, 7C.
Nella serie dei campioni T, si può dedurre che la protezione che dà un angolo di contatto maggiore di 90° la otteniamo quando i prodotti cerosi raggiungono almeno il 30% in volume della miscela protettiva, anche presi insieme; tra le cere sembra che quella d'api imprima l'effetto determinante **(Figura 14)**. L'effetto della protezione del sapone è leggermente inferiore rispetto agli altri prodotti che sono a base di cere **(Figura 15)**.
Nella serie dei campioni C la nanosilice non manifesta nessuna protezione poiché per la sua microstruttura probabilmente penetra immediatamente e non forma film in superficie né a fresco né a secco. Gli altri prodotti invece danno una ottima idro-protezione paragonabile ai prodotti della serie T **(Figura 16)** ma con l'invecchiamento artificiale perdono facilmente questa proprietà (già dopo le 200h) mentre la serie T li mantiene maggiormente (oltre le 200h). Quindi la prova del tempo (artificiale) è a favore dei prodotti di tipo tradizionale.
Nella protezione a nanocalce si osserva un minore assorbimento nella parte dove è stesa a fresco e un maggiore assorbimento nella parte dove è stesa a secco; questo perché le nanoparticelle penetrano più facilmente quando la superficie è secca e quindi non permangono in superficie. Lo stesso fenomeno si osserva con oleo fluorsilossanico.
Nel caso dell'ossalato di ammonio si osserva il fenomeno opposto, ossia minore assorbimento nella parte dove è steso a secco e maggiore assorbimento nella parte dove è steso a fresco.
Dalle prove in sponge test (eseguite in base alla UNI11432), per la misura dell'assorbimento d'acqua, risulta che per quasi tutti i campioni si ottengono rette, che uniscono i punti del grafico, che indicano un aumento dell'assorbimento nella prima fase a 200h e con andamento più accentuato dopo la seconda fase di invecchiamento a 400h (solo per i campioni in sabbia) **(Figure 17, 18)**. Le anomalie si riscontrano per le parti con protettivo di nanocalci poiché presentano due comportamenti opposti tra la parte con stesura a fresco e quella a secco: nella parte e fresco il diagramma presenta una spezzata che prima sale indicando un aumento di assorbimento, e poi scende indicando una riduzione di assorbimento; viceversa nella parte a secco il diagramma presenta una spezzata che prima scende indicando una riduzione di assorbimento, e poi sale indicando un aumento di assorbimento. Tale comportamento può spiegarsi considerando che nella parte a fresco le nanocalci sono in gran parte assorbite e non garantiscono la protezione, poi dopo la prima fase con l'aggressione artificiale di 200h il film superficiale di materia con le nanocalci si riduce lasciando agire lo strato inferiore che aveva maggiori particelle. Nella parte a secco avviene l'inverso.
La verifica con lo stereomicroscopio è servita a descrivere il mutamento della superficie per cui si sono analizzati i singoli campioni dopo ogni fase di trasformazione. Nella fase iniziale corrispondente al tempo 0h sulla superficie dei campioni il prodotto applicato non si vede in quanto trasparente e parzialmente assorbito. Le piccole palline bianche visibili nel dettaglio soprattutto dopo le 400 h sono dei nuclei bianchi interpretabili come aggregazioni di calcite, piccoli aghetti di concrezione di carbonato di calcio, dovute alla ricristallizzazione durante i cicli calore e umidità **(Figura 19)**.
Le variazioni colorimetriche di tutti i campioni misurati, sia della serie T che della serie C, ci indicano che nelle fasi diverse di rilevamento (t 0, t 200h, t 400h) abbiamo una tendenza al bianco, ossia uno sbiancamento della superficie per il fenomeno della velatura da migrazione di calcite, come risulta dalle analisi allo stereomicroscopio.
I campioni sono stati eseguiti dall'artigiano Giorgio Berto, presso la sede Uni.S.Ve. (Unione Stuccatori Veneziani).
Le analisi sono state condotte presso il laboratorio LABCOMAC-IUAV, in Venezia (direzione prove prof. Fabrizio Antonelli e dott.ssa Elena Tesser).



Figura 6. Pannelli T e C con intonaco in sabbia, ciascuno di cm 40x40 poi diviso in 12 mattonelle-campioni



Figura 7. Pannelli T e C con intonaco in marmorino, ciascuno di cm 40x40 poi diviso in 12 mattonelle-campioni



Figura 8. Pannelli T e C con intonaco in cocciopesto, ciascuno di cm 40x40 poi diviso in 12 mattonelle-campioni



Figura 9 - Disposizione dei 72 campioni dopo il taglio. Campioni eseguiti dall'artigiano Giorgio Berto della ditta Uni.S.Ve (Unione Stuccatori Veneziani)

codice tipo	MONO (%)			BI (%)					TRI (%)		
campioni tagliati	1T	2T	4T	3T	5T	6T	7T	11T	8T	9T	10T
T - Trementina	80	60		65	80	70	70	70	65	80	70
CA - Cera d'Api	20	40		30	15	20	15		10	10	5
CC - Cera Carnauba					5	10	15	15	20	5	10
CM - Cera Micro75								15		5	15
OL - Olio di Lino cotto				5					5		
S - Sapone (H^20)			15								

Figura 10. - Combinazioni dei prodotti tradizionali con percentuali diverse per valutare quale miscela può dare migliori risultati (serie T)

PRODOTTO	campioni tagliati
campione bianco	1-C a
Silicato di etile - Teos	1-C b. 2-C
Nano calci	3-C
Nanosilici	4-C
Resine silossaniche	5-C, 6-C, 7-C
Ossalato d'ammonio	8-C
Propilsiliconato di potassio	9-C, 10-C
Oleo fluorosilossanico	11-C
Cera microcristallina	12-C a, 12-C b

Figura 11. - Elenco dei prodotti commerciali verificati (serie C)



Figura 12. Schema di pannello della serie T con indicati le miscele applicate tutte a fresco (mono- componenti, bi-componenti, tri-componenti, e il campione bianco)



Figura 13. Schema di pannello della serie C con indicati i prodotti applicati per ogni campione, con applicazione a fresco sopra, e a secco sotto

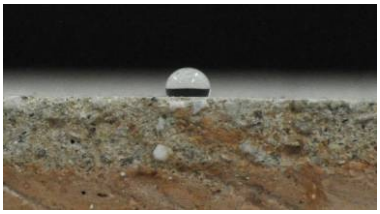


Figura 14. Sabbia, 2T, MONO-C (cera api 40, trementina 60) a fresco, angolo 110°



Figura 15. Sabbia, 4T, acqua saponata con lamatura, a fresco, angolo 100°

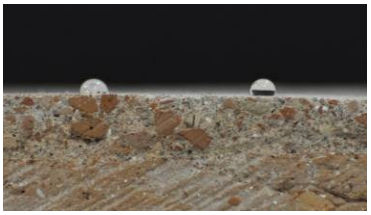


Figura 16. Cocciopesto, 2C, silicato d'etile (RC70) a secco (sin.) ang. 70°, a fresco (dex) ang. 110°

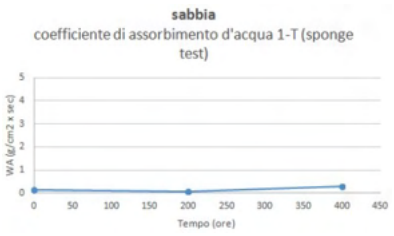


Figura 17. Campione in sabbia 1T, diagramma sponge test, con t 0, t 200h, t 400h

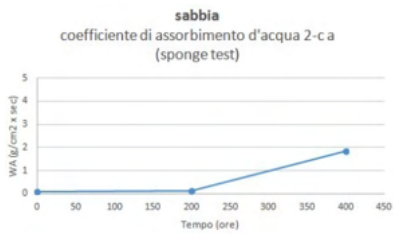


Figura 18. Campione in sabbia 2Ca, diagramma sponge test, con t 0, t 200h, t 400h

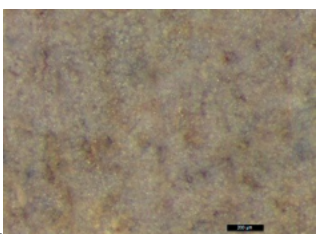


Figura 19. Campione in sabbia 3T, cera api, olio) dopo 200h, velatura bianca, microcristalli calcite (ingrandimento 6x)

- Applicazioni di acqua saponata su superfici di parete

Il recupero dell'impiego dell'acqua saponata è stato sperimentato in due edifici storici veneziani che presentavano in un caso un intonaco in marmorino, con differenti datazioni e situazioni di degrado, e nell'altro una muratura medievale rimasta a vista ma con lacerti di intonaco storico in sabbia. Per l'esame delle variazioni di idrorepellenza si è adottato il metodo di verifica speditiva dello spruzzo d'acqua controllato (stessa quantità e distanza) e documentato con scatti fotografici in tempi definiti.

Nel caso 1 (palazzo Tiepolo, di 1° metà del XVIII sec., a S. Polo) per documentare le modifiche dell'idrorepellenza delle superfici sono state scelti tre tipi di aree in condizione di conservazione o di lavorazione superficiale diverse rappresentative di situazioni distinte: a. intonaco antico ben conservato; b. intonaco antico eroso; c. intonaco recente di integrazione lavorato in spugnatura. La scelta di incrementare l'effetto di protezione superficiale (ma anche di consolidamento superficiale) è stata dettata dall'obiettivo di garantire un allungamento della vita utile del marmorino originario e delle integrazioni **(Figure 20, 21, 22)**. La soluzione adottata è basata sull'impiego dell'acqua di calce sovra-satura e di acqua saponata. L'acqua di calce ha la proprietà di essere completamente trasparente e quindi non determina effetti di velatura, e arricchisce le porosità dell'intonaco storico di idrossido di calcio.

Al fine di non modificare la tonalità del marmorino originario e garantire un buon effetto di idrorepellenza sono stati verificati una serie di saponi in panetti disponibili in commercio su campioni di marmorino eseguiti su singoli mattoni già carbonatati superficialmente. I parametri di confronto tra saponi sono relativi alle caratteristiche proprie (punto di fusione, concentrazione dei componenti, colorazione dominante) e alla lavorabilità (in relazione a tipo di diluizione, di stesura, di penetrazione). La maggiore diluizione può costituire un espediente per ridurre l'effetto di variazione cromatica e diventa più penetrante se la superficie ha una buona porosità. Uno dei rischi con il sapone risiede nella concentrazione in superficie, poiché con l'asciugatura può portare a una conseguente polverizzazione e sfarinamento dello stesso. I rapporti di diluizione sperimentati come ottimali sono valutabili in quantità di 20 g di sapone per litro di acqua distillata.

Si è scelto un sapone al 100% vegetale, privo di coloranti, composto di olio di cocco purissimo arricchito da glicerina. Questo sapone presenta una tonalità chiara che tende a non alterare cromaticamente la superficie e mantiene una buona penetrazione a parità di diluizione rispetto ad altri saponi. Invece i saponi legati alla tradizione, come il sapone di Aleppo e anche il sapone di Marsiglia di buona qualità, hanno la caratteristica di incrementare la tonalità 'calda' delle superfici a marmorino di tipo storico.

In fase di preparazione della miscela acqua-sapone per le verifiche sui campioni si sono dedotte una serie di osservazioni. Innanzitutto in relazione alla temperatura della miscela poiché gli effetti, controllati sui campioni, sono risultati diversi: con la miscela non a temperatura ambiente ma calda, tra i 35-40°C, risulta più efficace la capacità di idrorepellenza della superficie verificata dopo l'asciugatura. Inoltre, lo scioglimento del sapone è stato fatto in acqua distillata per evitare eventuali fenomeni di velatura di calcari nel caso di impiego di acqua di rete. Per evitare l'effetto filmico allo strato di sapone applicato in superficie a secco si è scelto di stendere l'acqua saponata in successione all'ultima stesura di acqua di calce.

Sono state documentate tre fasi di applicazione progressiva (in totale 5 mani di acqua di calce e 1 mano di acqua saponata) secondo le seguenti divisioni: 1° fase, dopo la 2° mano di acqua di calce **(Figura 22a)**; 2° fase, dopo la 4° mano di acqua di calce **(Figura 22b)**; 3° fase, dopo la 5° mano di acqua di calce + 1 mano acqua saponata (sapone all'olio di cocco) **(Figura 22c)** . Ogni stesura è stata eseguita con superficie asciutta; invece l'ultima mano di acqua di calce è stata eseguita prevedendo che ad essa seguisse immediatamente la mano di acqua saponata calda, in modo da permettere al sapone di fissarsi meglio con la calce poiché si può considerare una stesura quasi a fresco, per cui la calce che ha arricchito il supporto può interagire con il sapone per formare uno strato meno superficiale e più legato.

Le forme di assorbimento permettono di identificare il grado di idrorepellenza in modo da poter incrementare con ulteriori stesure e/o diverse concentrazioni di sapone: a. la formazione di alone con espansione laterale e verso il basso quasi immediato con arresto della forma indica un completo assorbimento locale (cambio del colore, effetto bagnato, scurimento); b. la formazione di alone con espansione verso il basso e di singola colatura indica un assorbimento parziale; c. la formazione immediata di più gocce con colatura indica scarso assorbimento ossia buona idrorepellenza; d. la formazione di velo d'acqua e leggere forme a goccia superficiali senza colatura dimostra un assorbimento quasi nullo (legame di tensione superficiale dell'acqua con il protettivo) ossia ottima idrorepellenza.

Dopo 10 mesi **(Figura 22 fase d)** si sono verificate le stesse aree, applicando lo stesso metodo, per valutare la perdita di idrorepellenza rispetto a quella raggiunta nella fase c **(Figura 22c)**. Si è visto che le aree hanno avuto riduzioni di idrorepellenza diverse, in particolare risulta più accentuata sulla parte di intonaco eroso probabilmente perché l'assorbimento e il fissaggio del sapone nella fase c era pari alle altre superfici; per cui si è deciso che fosse opportuna la stesura di un altro passaggio di acqua di calce e acqua saponata in successione. Questa prova è utile anche per valutare i tempi di una eventuale manutenzione periodica programmata, utilizzando ancora acqua di calce e acqua saponata.

Nel caso 2 (palazzo Trevisan, di 1° metà del XIV sec., a Cannaregio) si è applicato il sistema misto di un passaggio di acqua di calce e in successione una mano di acqua saponata (con sapone di Marsiglia a dosaggio ca. 40gr/L) sia su superfici storiche in muratura rimasta a vista (con giunti conformati originari, fughe di integrazione e tracce di sottili finiture antiche) sia su lacerti di intonaco in sabbia cinquecentesco **(Figura 21)**. Le prova conferma le osservazioni svolte per il caso 1, soprattutto riguardo l'attenzione da porre nella concentrazione del sapone e nella temperatura dell'acqua saponata in applicazione.

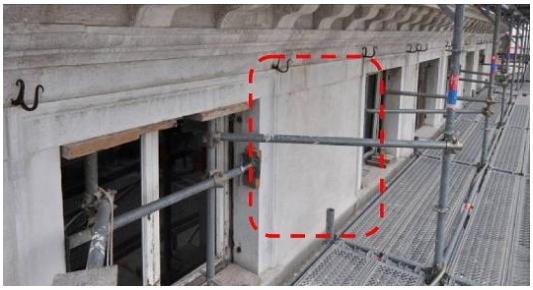


Figura 20. Palazzo Tiepolo (Venezia, San Polo) Piano di cantiere del fronte sul campo con indicata a tratteggio la zona di verifica con intonaco in marmorino originario (di XVIII sec.) e con integrazioni (di inizio XXI sec.) (verifiche in collaborazione con la ditta UniSVe)

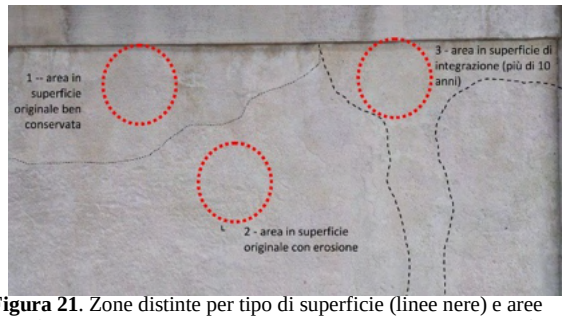


Figura 21. Zone distinte per tipo di superficie (linee nere) e aree specifiche di prova (tratteggio circolare): 1. (sin.) area in superficie originale ben conservata; 2. (centro) area in superficie originale con erosione; 3.(dex) area in superficie di integrazione (più di 10 anni)

Figura 22. Abaco degli stati di verifica delle tre aree: **a.** dopo 2 mani di acqua di calce; **b.** dopo 4 mani di acqua di calce; **c**. dopo 5 mani di acqua di calce + 1 mano di acqua saponata; **d.** dopo 10 mesi di esposizione

	area 1 superficie originale ben conservata	**area 2** superficie originale con erosione	**area 3** superficie di integrazione > 10 anni
a			
b			
c			
d			

Figura 23- palazzo Trevisan (verifiche in collaborazione con la ditta Lithos)	**a** (prima)		**b** (dopo)
Zona A - muratura in altinelle (1° metà XIVsec.) con giunti originali conformati e parzialmente integrati. L'applicazione a di acqua di calce e 1 mano di acqua saponata riduce molto l'assorbimento dell'acqua (b. dopo spruzzo)			
Zona B - intonaco in sabbia (XVI sec.) con perdita della finitura a calce e in erosione. L'applicazione a di acqua di calce e 1 mano di acqua saponata riduce molto l'assorbimento dell'acqua (b. dopo spruzzo)			

- <u>Confronto tra impiego di saponi duri e saponi molli</u>

Successivamente alle prove descritte sopra sono state condotte altre sperimentazioni su campioni prodotti in laboratorio per verificare gli ambiti di impiego di saponi duri (sodici) e di saponi molli (potassici) **[9]** applicate su tre pannelli uguali (dimensioni cm 54x36) con intonaco in sabbia, in cocciopesto, in marmorino e la suddivisione in aree per stendere a fresco / a secco tre tipi di sapone (A. sapone di Marsiglia, B sapone di cocco, C oleato di potassio) ciascuno in tre diluizioni diverse (10gr/L, 20gr/L, 30gr/L) **(Figure 24, 25)**. La prova ha confermato che la miscela deve avere una temperatura di almeno 35 °C per ottenere una buona penetrazione ed evitare fenomeni di sbiancamento in superficie. Inoltre, con il metodo della goccia, si deduce che: a. con trattamenti a fresco sono più efficaci i saponi solidi (in panetti), e soprattutto il sapone di Marsiglia; b. con il trattamento con superficie asciutta (a secco) è più efficace il sapone molle (oleato di potassio) ma con quantità maggiori in peso; c. le quantità di 10 gr/L sono troppo basse, sono necessari almeno 20 gr/L e massimo 30gr/L per i saponi duri per evitare i depositi di sapone in superficie; d. l'oleato di potassio richiede quantità maggiori in peso e volume rispetto ai saponi duri (saponi sodici); e. è necessario lasciare sciogliere bene il sapone nell'acqua calda prima dell'applicazione (l'acqua deve essere solo leggermente torbida/bianca).

Applicazioni a fresco / **Applicazioni a secco**

campione bianco (senza trattamenti)			campione bianco (senza trattamenti)		
A f1 acqua saponata (10 gr /L)	**B f1** acqua saponata 20 gr/L	**C f1** acqua saponata 10 gr/L	**A s1** acqua saponata (10 gr/L)	**B s1** acqua saponata (10 gr /L)	**C s1** acqua saponata (10 gr/L)
A f2 acqua saponata (30 gr/L)	**B f2** acqua saponata (20 gr/L)	**C f2** acqua saponata (20 gr/L)	**A s2** acqua saponata (30 gr/L)	**B s2** acqua saponata (30 gr/L)	**C s1** acqua saponata (30 gr/L)
A f3 acqua di calce + acqua saponata (30 gr/L)	**B f3** acqua di calce + acqua saponata (30 gr/L)	**C f3** acqua di calce + acqua saponata (30gr/L)	**A s3** acqua di calce + acqua saponata (30 gr/L)	**B s3** acqua di calce + acqua saponata (30 gr/L)	**C s1** acqua di calce + acqua saponata (30 gr/L)



Figura 24 a. Schema delle prove eseguite su 3 pannelli con i tre tipi di intonaci (sabbia, cocciopesto, marmorino); **b.** fascia inferiore del pannello 1 (sabbia) con la prova della goccia. Si evidenziano le differenze tra applicazioni a fresco (più efficaci per i saponi duri) e a secco (più efficaci per i saponi molli)



a. Pannello 1 con intonaco in sabbia



b. Pannello 2con intonaco in cocciopesto



c. Pannello 3 con intonaco in marmorino

Figura 25. **a-b-c.** Pannelli predisposti come da schema di fig. 21° con la prova della goccia. Campioni eseguiti dall'artigiano Giorgio Berto della ditta Uni.S.Ve (Unione Stuccatori Veneziani)

3. Conclusioni

Le prove e sperimentazioni sinteticamente descritte costituiscono una fase di un percorso di ricerca (in parte esito del progetto di Assegno di ricerca nel corso del 2018 sviluppato dallo scrivente presso l'Università IUAV di Venezia) che vuole mettere in evidenza le caratteristiche dei prodotti organici della tradizione, i quali risultano compatibili con le superfici storiche, a cui offrono maggiori effetti di durata nel tempo, e sono disponibili in varietà che possono avere impieghi specifici. L'applicazione di protettivi, infatti, deve tener conto di parametri e requisiti prestazionali legati non solo all'idrorepellenza, alla permeabilità al vapore, all'assorbimento capillare ma anche ai possibili cambiamenti cromatici e di opacità o di brillantezza della superficie.
Nelle prove di laboratorio il confronto con campioni simili protetti con prodotti commerciali mette in evidenza che i protettivi della tradizione hanno maggiori capacità di mantenere nel tempo le proprietà di idrorepellenza e di ridotto assorbimento capillare.
Nelle sperimentazioni relative all'impiego di sapone si sono verificati impieghi di saponi di diversa origine e consistenza deducendo che vi sono ambiti di applicazione differenti in relazione alla tecnica di stesura e alle condizioni della superficie del supporto. Tra le accortezze già elencate si deve aggiungere che l'applicazione a pennello, rispetto a quella a spruzzo, garantisce una migliore distribuzione e penetrazione del prodotto (acqua di calce e acqua saponata) in considerazione della pressione e accompagnamento sulla superficie esercitato dalle setole. L'impiego dei saponi costituisce un campo di applicazione con interessanti sviluppi per la convenienza economica e per l'efficacia nel tempo, inoltre rivaluta l'aspetto artigianale delle operazioni di cantiere, ma richiede accortezze e valutazione del contesto di impiego con intonaci in calce tradizionali. Inoltre, l'utilizzo di metodi speditivi di valutazione (quello a spruzzo su parete, e quello a goccia su piani orizzontali) permette di ottenere indicazioni qualitative più veloci, di semplicità pratica e di minor costo, rispetto ad esempio a verifiche quantitative con sponge test, specialmente nelle condizioni di cantiere.

BIBLIOGRAFIA

1. G. Biscontin, M, Piana, G. Riva, "*Aspetti tecnologici e durabilità degli intonaci a «marmorino» veneziani*", in *Restauro e città*, n. ¾, 1986, pp. 117-126.
2. A. Remotto, E. Balliana E., Izzo F.C., Biscontin G., Zendri E. "*Regalzier: study of a typical historical plaster finish in Venice*", in *Conservation Science in Cultural Heritage*, Bologna, vol. 12, 2012, pp. 309-327.
3. Rizzi F., "*Dallo studio analitico dell'intonaco antico alla preparazione degli intonaci di risarciment e di ricostruzione. Il protocollo per le analisi dei campioni"*, in F. Doglioni, L. Scappin, A. Squassina, F. Trovò (a cura di), *Conoscenza e restauro degli intonaci e della superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni e indirizzi degli interventi*, Saonara (Padova), 2017, pp. 391-399.
4. C. Arcolao, "*Le ricette del restauro. Malte, intonaci, stucchi dal XV al XIX secolo*", Venezia, Marsilio, 1998.
5. M. Piana, "*Marmorino plasters in Venice between the XVI and XVIII centeries*", in G. Campostrini (a cura di), *Scientific research and safeguarding of Venice*, vol. IV, 2006, pp. 71-90.
6. L. Scappin, "*Il saper fare gli intonaci 'par modo che li stiano bene'. Dalle fonti scritte alle sperimentazioni"*, in F. Doglioni, L. Scappin, A. Squassina, F. Trovò (a cura di), *Conoscenza e restauro degli intonaci e della superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni e indirizzi degli interventi*, Saonara (Pd), Il Prato, 2017, pp. 374-383.
7. G. Berto, L. Scappin, "*Campionature di intonaci realizzati con materiali e procedimenti operativi riferiti alla tradizione"*, in F. Doglioni, L. Scappin, A. Squassina, F. Trovò (a cura di), *Conoscenza e restauro degli intonaci e delle superfici murarie esterne di Venezia. Campionature, esemplificazioni, indirizzi di intervento*, Saonara (Pd), Il prato, 2017, pp. 408-423.
8. L. Aldreghetti, G. Berto, P. Bison, G. Boscato, M. De Bei, L. Massaria, F. Peron, L. Scappin, "*Caratterizzazione meccanica e termo-fisica di intonaci tradizionali veneziani*", in G. Biscontin, G. Driussi (a cura di), *Intervenire sulle superfici dell'architettura tra bilanci e prospettive*, atti del XXIII Convegno Scienza e Beni Culturali (Bressanone, 3-6 luglio 201), Marghera (Ve), Arcadia Ricerche, pp. 33-42.
9. G.B. Martinenghi, *Tecnologia chimica industriale degli oli, grassi e derivati*, Milano, Hoepli, 1963 (in part. pp. 920-1052).

LA PULITURA DI UN DIPINTO A OLIO SU TELA NON VERNICIATO DATATO AI PRIMI ANNI DEL NOVECENTO: STUDIO DELLA TECNICA ESECUTIVA, APPROFONDIMENTI DIAGNOSTICI E MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ DI RESTAURO

Alessandro Gatti*, Eleonora Vergallo, Anna Piccirillo***, Marco Nervo****, **Marianna Ferrero*****

* Restauratore dipinti su tela e tavola, Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", via XX Settembre 18, 10078, Venaria Reale (TO). alessandro.gatti@centrorestaurovenaria.it
** Restauratrice, Torino. ele.gal@gmx.com
*** Tecnico diagnosta Laboratori Scientifici, Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", via XX Settembre 18, 10078, Venaria Reale (TO). anna.piccirillo@centrorestaurovenaria.it
**** Responsabile Laboratori Scientifici, Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", via XX Settembre 18, 10078, Venaria Reale (TO). marco.nervo@centroresturovenaria.it
***** Storica dell'Arte, Fondazione Centro Conservazione e Restauro "La Venaria Reale", via XX Settembre 18, 10078, Venaria Reale (TO). marianna.ferrero@centroresturovenaria.it

Abstract

Il contributo intende illustrare l'approccio metodologico, gli esiti della campagna diagnostica e le soluzioni tecniche adottate per la pulitura di un grande dipinto a olio su tela, "*Costruzione del viadotto*", realizzato nel 1913 dall'artista torinese Agostino Bosia, oggi di proprietà della Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo*****.
Studi recenti hanno dimostrato come gli olii moderni prodotti industrialmente talvolta possono manifestare una spiccata sensibilità all'ambiente acquoso a causa della presenza al loro interno di additivi e conservanti, assenti nelle formulazioni tradizionali, che li rendono meno stabili all'invecchiamento. Tale aspetto, associato alla mancanza sulla superficie del dipinto di uno strato protettivo, ha rappresentato un interessante caso-studio utile sia alla verifica di quanto descritto in letteratura, sia alla messa a punto di un sistema d'intervento compatibile con la corretta conservazione dei materiali pittorici. Per questa ragione, la prima fase di lavoro ha previsto l'accertamento dello stato di conservazione della pellicola pittorica associando alle consuete tecniche d'ispezione l'esecuzione di approfondite indagini analitiche su micro-prelievi utili per comprendere lo *status* interno dalla materia. Verificate la buona coesione, la stabilità degli strati pittorici e l'assenza di sostanze sintomatiche di un possibile degrado in corso a carico del *medium* oleoso, come ad esempio i saponi metallici, si è proceduto con la messa a punto della metodologia di pulitura.
La rimozione delle sostanze sovrammesse (depositi coerenti di sporco, colature accidentali e residui di materiali imputabili a precedenti interventi), condotta in modo graduale e selettivo, è stata preceduta da una fase di sperimentazione volta a testare diversi sistemi di pulitura quali spugne e gomme per il *dry cleaning*, soluzioni acquose tamponate applicate in forma libera o supportata mediante gel siliconici e idrogel chimici. L'esito di queste prove è stato vagliato attraverso l'incrocio dei dati desunti da sistemi di monitoraggio visivo (microscopio, video-microscopio, lampada di Wood e macrofotografie) e dall'analisi in spettroscopia infrarossa effettuata direttamente sui prodotti residuali della pulitura. La caratterizzazione delle sostanze rimosse ha permesso di accertare l'eventuale presenza di micro-particelle riconducibili al film pittorico originale e dunque di selezionare il trattamento più rispettoso per il manufatto artistico. Nel corso di questa fase, propedeutica alla pianificazione dell'intervento di pulitura, particolare attenzione è stata riservata alla scelta dei materiali di supporto sui quali raccogliere i prodotti residuali in modo che non interferissero con l'esito delle indagini. Scartato il classico tampone di cotone idrofilo, ci si è indirizzati verso l'impiego di vetrini, supporti in polivinilacetato (PVA) e tessuto non tessuto (TNT).
Il restauro si è rivelato anche un'importante occasione per lo studio di un autore poco noto nel panorama della pittura italiana del primo Novecento. La documentazione fotografica digitale in luce visibile (diffusa, radente e transilluminazione) e la diagnostica multispettrale (fluorescenza indotta dalla radiazione ultravioletta, riflettografia infrarossa, elaborazione infrarosso falso colore, radiografia digitale) associate all'esecuzione di analisi puntuali (fluorescenza indotta dai raggi X, spettrofotometria di riflettanza con fibre ottiche) e micro stratigrafiche (microscopia ottica in luce visibile e fluorescenza ultravioletta e microscopia elettronica a scansione con sonda EDS) hanno permesso di ricostruire il processo creativo adottato dell'artista e di identificare i materiali pittorici con particolare attenzione al riconoscimento dei pigmenti.

Note storico-artistiche

Il dipinto *Costruzione del viadotto* (fig.1), che riporta la firma del pittore torinese Agostino Bosia (1886-1962) e la data del 1913, rappresenta un gruppo di operai impegnati nella preparazione e messa in opera del cemento nel cantiere del viadotto nuovo di Dronero (CN), voluto da Giovanni Giolitti e inaugurato nel 1914. Al di sotto delle caratteristiche arcate scorre il fiume Maira, mentre lo sfondo è evidentemente frutto della fantasia del pittore: infatti, dal punto di osservazione posto all'imbocco est del ponte, nella realtà, non è visibile il promontorio dipinto, bensì la città di Dronero e le Alpi Cozie.



Figura 1. Totale del recto a luce visibile a restauro ultimato.

L'intervento di restauro **[1]** ha dato l'opportunità di indagare contestualmente la tecnica pittorica di un artista la cui importanza sulla scena torinese della prima metà del 1900 solo recentemente incomincia ad essere rivalutata. Allievo di Giuseppe Giani prima e di Giacomo Grosso poi, insofferente verso una didattica istituzionalizzata abbandonò l'Accademia Albertina di Torino prima del diploma per seguire gli insegnamenti del suo amico e mentore Leonardo Bistolfi, di cui dipinse il ritratto oggi esposto presso la Galleria d'Arte Moderna del capoluogo piemontese **[2]**. La ritrattistica, che aveva per soggetto soprattutto la borghesia torinese, costituisce, non a caso, una parte importante del *corpus* di opere di Bosia. Fu proprio Bistolfi a presentargli il conte e imprenditore dronerese Mario Blanchi di Roascio, presso cui il giovane artista era solito soggiornare almeno un mese ogni estate dipingendo quadri che rimasero a decorazione degli uffici e della dimora del nobile **[3]**. Tra questi, oltre a *Costruzione del viadotto*, rientra anche un secondo dipinto, attualmente di proprietà della Fondazione Cassa di Risparmio di Asti, che presenta stringenti analogie con l'opera in questione **[4]**. Entrambi i dipinti furono in seguito venduti da un discendente del conte Roascio e *Costruzione del viadotto* fu acquistato dalla Cassa di Risparmio di Cuneo nel 1973 tramite intermediazione della Galleria Fogliato di Torino.

Tecnica esecutiva e caratterizzazione dei materiali pittorici

La struttura di sostegno originale non è giunta fino a noi **[5]**; tuttavia lo studio dei bordi perimetrali del supporto tessile e il riscontro dei segni di piegatura inducono a credere che il telaio originale dovesse avere forma e dimensioni identiche a quelle della struttura lignea attualmente in opera.
La tela originale è visibile esclusivamente dal *recto* in prossimità dei bordi e nelle zone del dipinto in cui gli strati preparatori e pittorici sono assenti o particolarmente sottili in quanto il *verso* è stato oggetto di un intervento di foderatura a colla-pasta **[6]**.
Il supporto di forma rettangolare è costituito dall'unione di due pezze assemblate tramite una cucitura a sopraggitto, osservabile anche in luce diffusa, che interessa l'intera superficie dell'opera nel senso della larghezza. Queste,

realizzate con un filato misto in fibra vegetale lino/cotone [**7]**, sono connotate da una torsione "Z" e da un'armatura "tela" rapporto 1:1 con riduzione piuttosto serrata di 20 fili di ordito/cm e 16 di trama/cm.
In prossimità delle aree perimetrali del dipinto, nascoste dal listello ligneo che incornicia l'opera, e nelle zone interne nelle quali le pennellate sono assenti, emerge un sottile strato preparatorio di colore bianco avorio identificato, grazie alle analisi di fluorescenza a raggi X (XRF) **[8]**, XRF-mapping **[9]** e di spettroscopia infrarossa (FT-IR) **[10]** come una miscela di solfato di calcio e colla animale. Questo strato, in corrispondenza dei margini, tende a scomparire in modo irregolare lasciando a vista il supporto tessile; tale aspetto è indicativo del fatto che la preparazione è stata stesa a mano **[11]**.
La tecnica pittorica, caratterizzata da una pennellata rapida, nasconde in realtà un attento e meditato studio compositivo che prende avvio con la realizzazione del disegno preparatorio **[12]**. Sopra la preparazione si rileva, infatti, la presenza di un complesso sistema di quadrettatura, eseguito a presumibilmente a grafite, atto a trasferire in scala un precedente disegno di formato più ridotto. Alcuni tratti del reticolo, che interessa soprattutto le figure umane, s'intravvedono anche in luce diffusa laddove gli strati pittorici sono assenti o non sufficientemente coprenti. Le indagini multispettrali, in particolare le riflettografie infrarosso a 950 nm e 1150 nm **[13]**, hanno permesso di ricostruire sia l'impianto del reticolo di base, sia il sistema adottato dall'artista per la sua messa in opera. Il reticolo è costituito da maglie quadrangolari di quattro dimensioni diverse che s'infittiscono progressivamente in corrispondenza delle figure: i quadrati più ampi, di 18 cm x 18 cm di lato, sono stati inizialmente tracciati su tutta la tela. A partire dai bordi sono state calcolate le mediane per suddividerli in quadrati di 9 cm x 9 cm che interessano le figure e la parte centrale del dipinto; poi, con il compasso, il reticolo è stato ulteriormente suddiviso in quadratini di 4,5 cm x 4,5 cm che riguardano solo i busti delle figure. Infine, in corrispondenza del viso del primo personaggio sulla sinistra, che si volta e sembra guardare lo spettatore, si riscontrano delle maglie quadrate ancora più piccole della metà (fig. 2) **[14]**. Tale modalità operativa ha sicuramente garantito la perfetta riproduzione del disegno preparatorio consentendo il riporto anche dei dettagli più minuti.



Figura 2. Particolare riflettografico a 950 nm. Si osserva la quadrettatura utilizzata per il trasferimento in scala del disegno preparatorio.



Figura 3. Particolare in luce visibile. La linea del disegno preparatorio emerge nelle aree prive di colore che scontornano le figure.

Analogamente a quanto riscontrato per la quadrettatura, è possibile l'osservazione diretta di alcune tracce del disegno preparatorio nelle aree prive degli strati pittorici. Questo è caratterizzato da una sinuosa linea nera, verosimilmente grafite, il cui spessore è modulato a seconda del dettaglio pittorico. Il disegno descrive sommariamente i profili delle figure, alcune pieghe delle vesti e particolari dello sfondo (fig. 3). Osservando le porzioni di disegno a vista sembrerebbe che in alcuni tratti le linee in grafite siano state riprese con un colore ad olio marrone molto diluito.
L'analisi riflettografica ha inoltre messo in evidenza alcuni ripensamenti: due linee evidentemente considerate errate dal pittore e ritracciate a pochi centimetri di distanza; una linea del reticolo sbagliata e ritracciata correttamente; la sagoma incompiuta di un personaggio in lontananza, di cui si riconosce il cappello, nell'area attualmente occupata dal fiume.
La presenza di olio di lino cotto e stearato di zinco, rilevata dall'indagine FT-IR in tutti i campioni di strati pittorici analizzati, è prova del fatto che i pigmenti sono di fabbricazione industriale e dispersi in legante oleoso. Questi

sono stati stesi direttamente sulla preparazione sia a pennello sia a spatola, realizzando strati di spessore variabile: si osservano, di fatto, aree con accumuli consistenti di materiale pittorico contrapposto ad altre in cui il colore è pressoché assente e lascia intravvedere gli strati preparatori. L'artista ha adottato con un certo rigore la tecnica pittorica "a risparmio", lasciando emergere la preparazione in prossimità dei contorni delle figure in primo piano affinché queste possano stagliarsi più nettamente sullo sfondo. L'indagine in transilluminazione (fig.5) e la scansione XRF-mapping sono state particolarmente utili per documentare questa scelta operativa mettendo in risalto rispettivamente le aree con minore stratificazione pittorica e le zone connotate dalla presenza dell'elemento calcio a vista.



Figure 4, 5, 6 e 7. Particolare del volto di uno dei personaggi esaminato con diverse indagini multispettrali. A partire da sinistra: luce visibile, transilluminazione, fluorescenza ultravioletta e radiografia digitale.

L'ispezione del *recto* in luce radente ha consentito, inoltre, di leggere con maggiore precisione le caratteristiche morfologiche della superficie consentendo di relazionare la resa tridimensionale degli impasti cromatici con gli strumenti impiegati dall'artista per la loro applicazione (figg. 4 e 8). L'effetto delle onde visibile nella campitura che descrive il fiume, ad esempio, è stato ottenuto con il bordo di una spatola utilizzato per abradere e rimuovere la materia pittorica fino a riportare la preparazione a vista; con la parte piatta dello stesso strumento l'artista ha velocizzato la realizzazione di alcune campiture, ampie e compatte, riscontrabili nella metà inferiore del dipinto, in corrispondenza della pavimentazione del viadotto. Per le restanti aree del dipinto sono stati utilizzati pennelli larghi almeno due centimetri. Se nello sfondo, occupato dalle campiture del cielo e del fiume, il colore è steso in modo piuttosto uniforme, nel promontorio boscoso e nella scena in primo piano sono ben distinguibili le singole pennellate, in molti casi costituite da un solo colore. Si può inoltre notare che, anche quando si trovano più colori all'interno della stessa pennellata, questi sono generalmente ben riconoscibili tra di loro, come se il pittore avesse intinto il pennello nei pigmenti puri ponendo deliberata attenzione al non mescolarli. Si delinea una tecnica pittorica caratterizzata da contrasti netti tra luci e ombre, con colori puri o in miscela stesi in pennellate rapide ma accuratamente studiate, mai lasciate al caso. Nei punti d'incontro tra campiture di tonalità diverse non si ha quasi mai mescolamento e sfumatura ma piuttosto accostamento o sovrapposizione. Tale aspetto risulta anche molto utile per tentare di ricostruire l'ordine seguito da Bosia per la costruzione dell'immagine pittorica. A tal riguardo sono presenti alcuni schizzi e colature di colore azzurro formatesi durante la realizzazione del cielo attestanti non solo la rapidità di esecuzione ma anche il fatto che quest'area sia stata l'ultima ad essere completata.
L'osservazione della superficie pittorica, supportata dalla diagnostica multispettrale (in particolare la fluorescenza UV) **[15]** e dagli esiti delle successive indagini, ha confermato l'assenza di uno strato protettivo **[16]** avvalorando quanto ipotizzato con la sola ispezione in luce visibile. La scelta di non verniciare la pellicola, associata al chiarore della preparazione pittorica, trova spiegazione nella volontà, da parte dell'artista, di conferire alla superficie un aspetto opaco e luminoso caratterizzato da gamma tonale vicina a quella della pittura murale.
Le indagini multispettrali - fluorescenza ultravioletta (fig. 6), infrarosso in falso colore e raggi X (fig. 7) **[17]**, associate alle analisi scientifiche puntuali XRF, FORS, FT-IR, alla lettura delle sezioni stratigrafiche, e alle mappature MA-XRF, hanno consentito la caratterizzazione dei materiali pittorici **[18]**. Molto interessante l'individuazione di diverse tipologie di pigmenti che potremmo definire tradizionali, in continuità con una prassi operativa da tempi già consolidata, affiancate a colori di formulazione industriale introdotti sul mercato delle Belle Arti sul finire dell'Ottocento. L'autore impiega pigmenti di tradizione antica come biacca, ocre e terre, colori minerali, accostati a materiali moderni come il bianco di zinco, il violetto, verde e blu di cobalto, il giallo e rosso di cromo, entrati in uso corrente dalla seconda metà XIX secolo. A tale riguardo, calzante risulta l'utilizzo di tre diverse tipologie di bianco: biacca, carbonato di calcio, bianco di zinco, quest'ultimo scoperto negli anni Trenta dell'Ottocento ma entrato diffusamente in uso solo sul finire dello stesso secolo.

Alcuni colori, come il verde e blu di cobalto e la lacca rossa, si trovano talvolta applicati puri. L'impiego della lacca di garanza, ad esempio, riconoscibile in UV per l'intensa fluorescenza rosata, è stato riscontrato nella firma in basso a destra. Ampie pennellate di blu di cobalto campiscono invece lo sfondo in corrispondenza del fiume. Contemporaneamente, alcune stesure pittoriche appaiono declinate in varie tonalità conseguite attraverso la miscela di più pigmenti in tavolozza come emerge nelle campiture violacee di alcuni indumenti in cui si osservano una tonalità più fredda resa semplicemente con il violetto di cobalto e una più calda e cangiante ottenuta con una miscela di blu di cobalto, rosso vermiglione e bianco di zinco.



Figura 8. Particolare in luce radente delle pennellate materiche che caratterizzano la superficie dipinta.

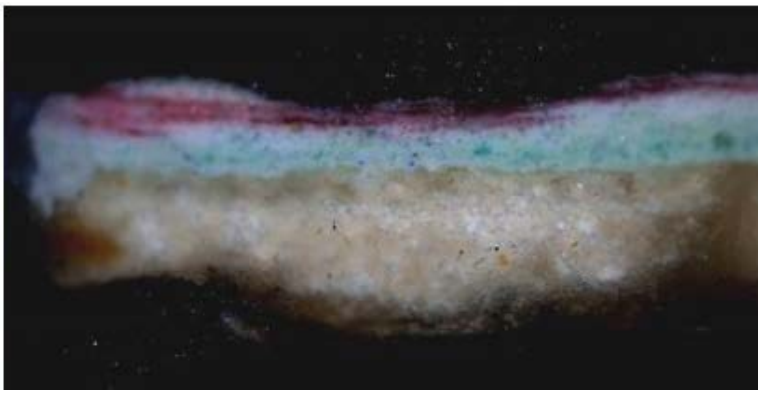


Figura 9. Sezione stratigrafica in luce visibile. Al di sopra della preparazione a gesso e colla si osserva un primo strato composto da blu di cobalto, verde cromo, bianco di zinco e biacca, seguito da una sottile stesura di lacca di garanza.

Stato di conservazione e interventi precedenti

Nel complesso il dipinto manifestava un buono stato di conservazione garantito da un adeguato tensionamento, un supporto ausiliario perfettamente adeso al verso della tela originale e un sistema di vincolo perimetrale conforme alle esigenze conservative del manufatto.
Le criticità maggiori riguardavano la pellicola pittorica, sensibilmente alterata dalla stratificazione di consistenti accumuli di particolato atmosferico posti a contatto diretto con il film pittorico. Questi, oltre a modificare il timbro cromatico dell'intero dipinto infondendo una dominante grigia estranea alle caratteristiche originali dell'opera, determinavano anche un appiattimento della figurazione sullo sfondo tale da ridurre l'effetto di profondità dell'impianto prospettico. Le sedimentazioni, legate all'accumulo progressivo di micro-particelle di polvere in presenza di valori di umidità relativa elevati (>65%), tendono a "cementarsi" sulla superficie pittorica trasformandosi in patine di colore grigio il cui spessore può variare a seconda delle caratteristiche morfologiche del manufatto **[19]**. Nel caso specifico, queste sono state riscontrate su tutta la superficie con maggiore concentrazione nella parte inferiore dell'opera, dove la spiccata matericità delle pennellate ha favorito il deposito delle polveri.
L'analisi anamnestica della superficie, coadiuvata dall'osservazione macroscopica effettuata mediante video-microscopio **[20]** e lente d'ingrandimento, ha verificato l'esistenza di ulteriori particelle cristallizzate di colore giallo ambrato sovrammesse al film pittorico. Ciò ha reso necessaria la loro caratterizzazione attraverso l'esecuzione di micro-prelievi selettivi analizzati con tecnica FT-IR. Tali approfondimenti diagnostici oltre ad aver identificato la presenza di polveri, ossalati e stearati metallici, hanno accertato l'esistenza di residui organici di natura proteica verosimilmente riconducibili all'operazione di velinatura a colletta della superficie pittorica eseguita nel corso del precedente intervento di foderatura a colla pasta.
Al pari dei depositi di polvere, anche i residui di collagene contribuivano a modificare le cromie originali del dipinto alterando soprattutto le estese campiture bianche e azzurre del cielo. Sulla superficie, inoltre, dell'opera erano presenti numerose di gore di forma circolare che interrompevano la continuità della tessitura pittorica. Queste, emerse in seguito all'evaporazione di gocce acqua giunte accidentalmente sul film pittorico, non comportavano un degrado fisico-chimico, ma solo un'alterazione cromatica localizzata dovuta alla migrazione e riaggregazione del particolato incoerente.
Infine lungo il lato superiore del dipinto erano evidenti alcune impronte digitali di colore grigio scuro frutto di un'errata manipolazione del dipinto durante pregresse movimentazioni.

Approccio metodologico alla pulitura e discussione dei risultati

Nel corso dell'Ottocento la domanda da parte degli artisti di nuovi prodotti per la pittura pronti per l'uso, facili da reperire a un costo accessibile, rivoluzionò il settore delle Belle Arti trasformando per sempre alcuni aspetti del *modus operandi* che fino a quel momento avevano conservato una forte impronta artigianale saldamente legata a secolari pratiche di bottega **[21]**. L'invenzione dei cosiddetti colori in tubetto, come è già stato dimostrato, comportò la formulazione di nuove miscele di pigmenti a olio nelle quali venne per la prima volta sperimentata l'introduzione di un'ampia varietà di sostanze (saponi e sali metallici, plastificanti, surfattanti), volte a migliorare alcune proprietà dei composti quali: durata di conservazione, colore, stabilità, tempo di essiccazione, viscosità **[22]**.
Gli olii moderni, proprio per la loro intrinseca complessità di formulazione, presentano specifici fenomeni di deterioramento, non ancora del tutto chiariti, e una maggiore sensibilità al mezzo acquoso **[23]**. Tale aspetto può essere influenzato da molteplici fattori tra cui la presenza di stearati metallici **[24]**, il grado di polimerizzazione dell'olio **[25]**, l'umidità relativa atmosferica, specialmente nel caso di dipinti non verniciati **[26]**, fenomeni d'interazione tra la composizione chimica dei pigmenti e fattori ambientali durante il processo di essiccazione **[27]**.
Quando si affrontano interventi su manufatti di questa tipologia, in virtù delle considerazioni poc'anzi espresse, è opportuno valutare tutti gli elementi di possibili criticità, per approcciarsi con la dovuta consapevolezza alla delicata attività di asportazione delle sostanze non originali. La principale finalità del nostro intervento di restauro è stata quella di portare a compimento la pulitura della superficie pittorica con l'obiettivo di operare nel modo più selettivo e graduale possibile, per scongiurare ogni possibile interazione negativa tra i materiali pittorici e quelli utilizzati per l'intervento. A tale fine ogni fase di lavoro è stata preceduta da test analitici e accompagnata da un costante monitoraggio indispensabile per verificare la validità della metodologia adottata.
Dopo la fermatura localizzata delle sporadiche scaglie di colore deadese dal supporto tessile, concentrate prevalentemente in corrispondenza della cucitura attraverso infiltrazione di colla di storione in acqua in rapporto di 1:10, è stato possibile procedere con la pulitura della superficie. La prima fase ha comportato la depolveratura del fronte mediante pennellessa morbida e micro-aspiratore museale Muntz 1300 W dotato di micro-filtro Hepa in modo da ottenere una superficie pittorica libera da qualsiasi forma di particolato incoerente.
La rimozione dei depositi coerenti è avvenuta con di sistemi di pulitura graduali e controllabili capaci di garantire non solo il minimo apporto di acqua ma anche la minima penetrazione del solvente in verticale all'interno delle porosità del manufatto. Nel rispetto dei materiali pittorici, valutata la trattabilità del film oleoso all'acqua e misurato il valore medio del pH e della conducibilità caratterizzanti la superficie **[28]**, è stata realizzata una soluzione tampone coerente con i dati rilevati **[29].**
La scelta della metodologia di applicazione della soluzione acquosa è stata preceduta da una fase di studio preliminare caratterizzata dall'esecuzione di numerosi test (fig. 11), svolti in diverse aree della tela rappresentative di tutti i pigmenti della tavolozza, finalizzati all'individuazione del materiale supportante, dei tempi di posa e della percentuale di solvente più adatti alle nostre esigenze. I risultati dei singoli test svolti sulla superficie del manufatto sono stati verificati attraverso l'osservazione diretta in luce visibile e fluorescenza UV supportata dall'impiego di video-microscopio e microscopio **[30].** Questi si sono rivelati fondamentali per monitorare il livello di pulitura raggiunto e rilevare possibili cambiamenti apportati alla morfologia della superficie pittorica. Il materiale residuale proveniente dalla pulitura è stato invece applicato su specifici porta-campioni **[31]** e analizzato allo FT-IR in modo da accertare o meno l'eventuale presenza di micro-particelle di colore a olio impercettibili a occhio nudo (fig. 10).
Altrettanto significativa per la conoscenza dello stato di conservazione delle stesure pittoriche è stata la lettura di tre sezioni stratigrafiche mediante microscopio ottico e microscopio elettronico a scansione (SEM), grazie alle quali è stato possibile escludere la presenza di fenomeni di degrado interni agli strati di colore che avrebbero potuto rendere l'olio più sensibile al contatto con acqua.

Per la scelta del materiale supportante (tabella 1) sono stati selezionati quelli che, sulla base della letteratura tecnica di riferimento e dell'esperienza di lavoro, garantissero il minor rilascio possibile di residui e nel contempo evitassero fenomeni di abrasione delle superfici trattate. Sono state quindi testate due tipologie di spugne in poliuretano (Deffner & Johann®) **[32]** e polivinilacetato (Blitz Fix®), un gelificante di natura siliconica (Velvesil Plus®) **[33]** e un idrogel chimico (High Water Retention - HWR®).

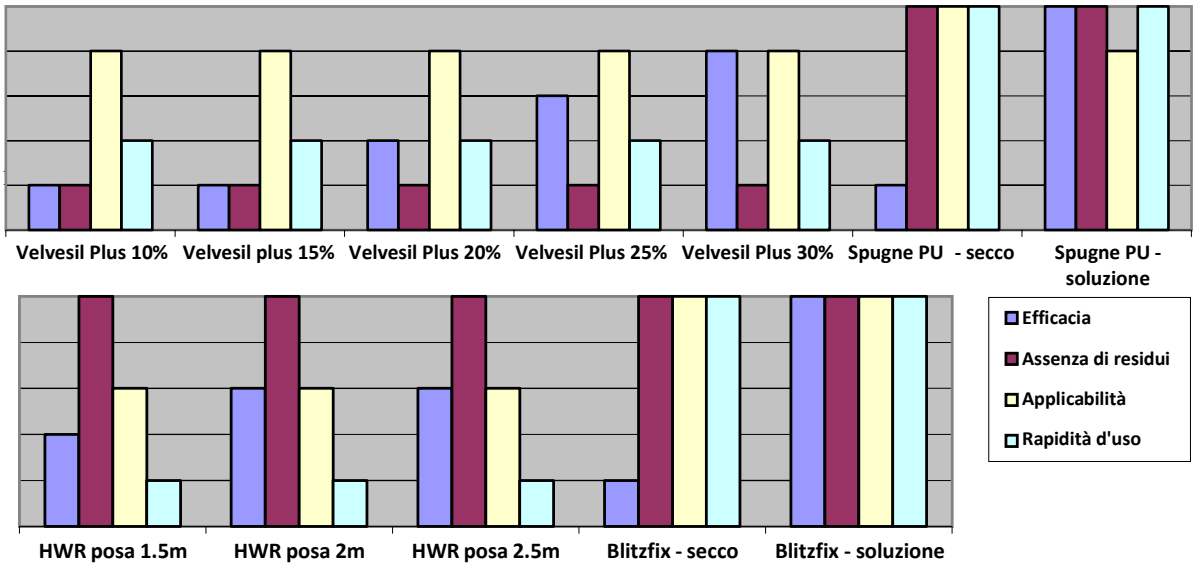


Tabella 1. L'istogramma presenta i parametri (efficacia, mancanza di residui e facilità di applicazione) adottati per selezionare il materiale e la metodologia più idonei per la prima fase di pulitura. Come si evince i risultati più performanti sono stati ottenuti utilizzando spugne in PVA imbibite di soluzione tampone a pH 5.5.

In nessun caso le analisi compiute sui prodotti derivanti dalla pulitura hanno rilevato tracce di micro-particelle di colore indicative di un'azione troppo aggressiva. La scelta finale, pertanto, è ricaduta sull'utilizzo di spugne in PVA imbevute di soluzione tampone a pH 5.5 **[34]** che, oltre all'efficacia d'azione, presentavano diversi vantaggi pratici:

- apporto di umidità graduale e controllato sia nella quantità sia nell'applicazione, aspetto fondamentale per assicurarsi di non intaccare le sottili linee a grafite che emergevano negli spazi tra le pennellate;
- medium morbido capace di adattarsi alle caratteristiche morfologiche dei materiali costitutivi, in particolare alla superficie pittorica caratterizzata da consistenti rilievi di colore;
- assenza di residui che sarebbero potuti permanere nelle irregolarità della superficie;
- possibilità di sagomare le spugne delle dimensioni e forme desiderate;



- rapidità dell'operazione;
- colore chiaro utile per verificare a livello visivo l'entità dei depositi asportati.

Le spugne, tagliate della dimensione e forma desiderata, prima di essere utilizzate per rimuovere i depositi di particolato coerente sono state immerse nella soluzione e strizzate fino a minimizzare la quantità di mezzo acquoso ritenuto (fig. 12). Preso atto dell'intrinseca reattività dello strato preparatorio all'acqua si è posta particolare cura nel trattamento delle aree con preparazione a vista, tamponandole velocemente in modo da evitare qualsiasi azione di sfregamento; laddove erano presenti anche tratti di disegno a matita si è scelto di escludere a priori tali porzioni al fine di scongiurare ogni possibile effetto negativo per la conservazione della grafite.

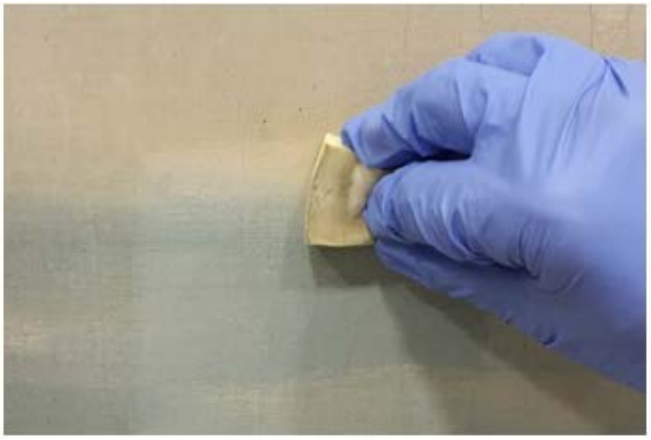



Figure 11 e 12. Sulla sinistra particolare dei test di pulitura; sulla destra un dettaglio della prima fase di pulitura con le spugne in PVA.

L'intera superficie è stata infine sottoposta a un lavaggio con una soluzione acquosa "aggiustata" indispensabile per eliminare possibili residui dovuti alla presenza di sali, acidi e basi contenuti nel solvente che, non essendo volatili, avrebbero potuto diffondersi e permanere negli strati interni del manufatto.
A tale scopo è stata creata una soluzione tampone utilizzando un sale volatile, Ammonio Bicarbonato, avente un pH e una concentrazione ionica identici a quello della soluzione impiegata per la pulitura **[35]**. Anche in questo caso, coerentemente con la metodologia adottata, la soluzione di lavaggio è stata applicata con le spugne in PVA. La combinazione tra l'azione chimica svolta dal solvente e la leggera sollecitazione meccanica ottenuta mediante il passaggio sulla superficie pittorica delle spugne ha permesso di completare la prima fase di pulitura conseguendo un ottimo risultato, accertato mediante l'osservazione della superficie pittorica al microscopio.
Tuttavia, conclusa la rimozione dello strato di depositi atmosferici coerenti, è risultata evidente la presenza di un'ulteriore "patina" di colore grigio-giallo non originale, posta a contatto diretto con il film pittorico, identificata attraverso indagine FT-IR come colla proteica cristallizzata **[36]**. Ciò ha reso necessaria una nuova fase di studio e di test analitici volta alla ricerca di un sistema di rimozione compatibile con i materiali costitutivi dell'opera. Accertata la possibilità di operare con le dovute precauzioni in ambiente acquoso e verificata la spiccata sensibilità dei residui di collagene invecchiati all'apporto di acqua, ci si è orientati nuovamente verso l'impiego di una soluzione tampone a pH 5.5. In questa fase però si è optato per l'utilizzo dell'Acido Citrico selezionato per la sua duplice valenza di sostanza tampone e chelante **[37]**.
Al fine di confinare l'azione del mezzo acquoso limitandone la penetrazione in verticale, si è preferito associarvi un materiale addensante/supportante selezionato tra quelli facilmente lavorabili a pennello e compatibili con le caratteristiche morfologiche del dipinto. Sono stati testati: Klucel H®, Vanzan NF-C®, Velvesil Plus®, emulsione grassa (tabella 2).

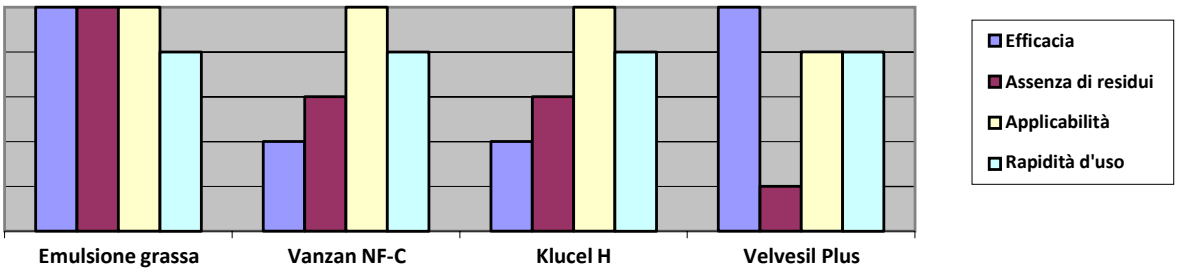


Tabella 2. L'istogramma evidenzia i risultati ottenuti dai materiali testati per la seconda fase di pulitura valutati secondo i parametri stabiliti nel corso del trattamento sulla superficie pittorica.

I primi due non hanno dato risultati apprezzabili: la superficie pittorica, infatti, nonostante le diverse percentuali di addensante provate, rimaneva comunque umida e il solvente in esso contenuto non riusciva a solubilizzare completamente i residui di colla. Viceversa sia il Velvesil Plus® sia l'emulsione grassa si sono dimostrati idonei all'attività di pulitura. La scelta è ricaduta sull'emulsione grassa, acqua in olio **[38]**, in quanto più gestibile dal punto di vista delle tempistiche di lavorazione rispetto al gelificante siliconico. Quest'ultimo, infatti, oltre a necessitare di un tempo di posa maggiore, richiede un risciacquo con il solvente silossano, Ciclometicone D5 che, come è noto **[39]**, seppur senza arrecare danni al manufatto, permane a lungo nelle porosità degli strati pittorici alterando temporaneamente l'indice di rifrazione delle superfici trattate.

La metodologia ha previsto tre distinti passaggi: applicazione e lavorazione a pennello dell'emulsione sulla superficie dipinta per piccole aree seguendo le campiture cromatiche, rimozione dei residui a secco mediante tampone di cotone idrofilo e, infine, risciacquo dell'area interessata con solvente apolare ShellSol D 40®. Analogamente a quanto effettuato per la precedente fase di pulitura anche in questo caso l'attività di rimozione dei residui di colla è stata sottoposta a monitoraggio costante attraverso l'uso di attrezzature e sistemi di controllo differenziati. Oltre al video-microscopio, al microscopio ottico e alla visione in luce ultravioletta sono stati analizzati con spettroscopia infrarossa alcuni tamponi rappresentativi delle diverse campiture del dipinto per accertare di non aver provocato danni alla superficie pittorica.
A termine del restauro, in accordo con gli organi di tutela e la proprietà, si è scelto di non applicare alcun tipo di fissativo o protettivo sul fronte del dipinto per evitare di snaturare l'effetto di finitura superficiale voluto dall'artista e immettere materiali estranei potenzialmente soggetti a una futura alterazione cromatica (fig. 13).



Figura 13. Totale del recto in luce visibile nel corso del trattamento di pulitura superficiale.

Conclusioni

Gli studi condotti in occasione del restauro del dipinto *Costruzione del viadotto* hanno restituito una tecnica di transizione che s'inserisce a pieno titolo nelle sperimentazioni che coinvolsero la pittura nei primi decenni del Novecento. Agostino Bosia non si sottrae alla spinta di rinnovamento affiancando a materiali "tradizionali", come ad esempio supporti cellulosici tessili preparati artigianalmente a gesso e colla e il bianco di piombo, pigmenti di nuova produzione come i colori a base di cobalto, cromo e zinco. Le indagini multispettrali hanno inoltre evidenziato una netta differenza tra la costruzione compositiva, frutto di una meditata elaborazione grafica, e la realizzazione pittorica, connotata, invece, da una pennellata istintiva e libera.
L'approfondita compagna di verifica analitica eseguita prima e durante l'attività di pulitura ha consentito di appurare una sostanziale compatibilità tra i materiali pittorici e il mezzo acquoso escludendo, almeno per questo caso specifico, la presenza di fenomeni di degrado che talvolta possono manifestarsi nel corso del processo d'invecchiamento degli oli moderni. Questo ha permesso di affrontare la delicata fase di pulitura in totale sicurezza, incentrandola sull'impiego di soluzioni acquose a pH controllato, la cui azione è stata sottoposta al costante monitoraggio mediante test analitici indispensabili per validare la correttezza della metodologia adottata.

NOTE

***** Si ringrazia la Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo per la preziosa opportunità di aver potuto lavorare su quest'opera e in particolare Valentina Dania e Saverio Dani, per la squisita disponibilità e passione con la quale hanno seguito l'attività di restauro. Un sentito ringraziamento anche a Piero Benedetto e Simone Demaria per le informazioni storiche utili per la ricostruzione della vicenda conservativa del dipinto; Francesco Paolo Romano (IBAM-CNR di Catania) e Claudia Caliri (LNS-INFN di Catania) per aver messo a disposizione la loro competenza professionale e la strumentazione per analisi XRF- mapping.

[1] L'intervento di restauro è stato concluso nel 2019. Gruppo di lavoro CCR: direzione tecnica: Michela Cardinali; intervento di restauro: Alessandro Gatti con la collaborazione di Eleonora Vergallo; analisi scientifiche: Marco Nervo, Anna Piccirillo; documentazione fotografica e multispettrale: Daniele Demonte, Paolo Triolo; storico dell'arte: Marianna Ferrero; tutela e alta sorveglianza Giulia Marocchi e Liliana Rey Varela (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di AL, AT e CN).

[2] Dragone P., *Pittori dell'Ottocento in Piemonte. Arte e cultura figurativa 1865-1895*, Banca CRT, Torino, 2000, pp. 309-311.

[3] La presenza e l'attività di Agostino Bosia a Dronero sono ricordate in una lettera pubblicata nella prima autobiografia della scrittrice Freya Stark, giunta a Dronero al seguito della madre Vera, socia d'affari del conte Roascio. Cfr. Stark F., *Traveller's Prelude*, John Murray Publishers Ltd, Londra, 1950 pp. 118-119.

[4] Il dipinto datato 1914 è caratterizzato da un formato rettangolare e dimensioni di 268 cm x 368 cm pressoché identiche a quelle del quadro cuneese. Interessante anche il soggetto rappresentato che ritrae ancora una volta operai al lavoro durante una fase più avanzata del cantiere del viadotto di Dronero. L'opera è esposta sullo scalone monumentale della sede storica della Fondazione Cassa di Risparmio di Asti.

[5] Il telaio attualmente in uso, realizzato in legno di Frakè, è adeguato alle necessità conservative del manufatto: presenta angoli a espansione bidirezionale e una doppia crociera, anch'essa espandibile mediante rotazione di un perno filettato interno ai regoli. Non è possibile datare con assoluta precisione la sostituzione del telaio originale e l'intervento di foderatura. Nonostante ciò è plausibile collocarli in un arco temporale compreso tra il 1973, anno in cui il proprietario discendente dei Roascio, che afferma di non aver mai sottoposto l'opera ad alcun restauro, vendette il dipinto alla Banca di Cuneo, e il 1991, anno in cui, in occasione della cessione del quadro alla Fondazione CRC, fu redatta una perizia nella quale è riportato che il dipinto è "restaurato". Cfr. Perizia di G. Coppellotti per la Fondazione CRC, 1991, visionata per gentile concessione della Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo.

[6] La tela originale è stata sottoposta ad un pregresso intervento di foderatura che ha comportato l'applicazione sul verso di un supporto ausiliario tessile realizzato in fibra naturale di lino con armatura tela 1:1 più rada rispetto a quella originale di 7 fili di ordito/cm x 8 fili trama/cm. La foderatura è stata realizzata seguendo la tradizionale metodologia della colla pasta come confermato anche dalla caratterizzazione allo FT-IR dell'adesivo che ha rilevato componenti polisaccaridiche e proteiche tipiche di questo adesivo.

[7] L'identificazione delle fibre tessili è stata effettuata tramite microscopio mineropetrografico OLYMPUS BX51, con illuminazione nel visibile.

[8] Per le analisi è stato utilizzato uno spettrometro Micro-EDXRF Bruker ARTAX 200.

[9] Le scansioni MA-XRF sono state eseguite con lo scanner portatile LANDIS-X sviluppato presso il laboratorio LANDIS del CNR-ISPC e INFN-LNS di Catania.

[10] Per le indagini è stato utilizzato uno spettrofotometro Bruker Vertex 70 accoppiato con un microscopio infrarosso Bruker Hyperion 3000.

[11] Potrebbe apparire in contro tendenza la scelta compiuta da Bosia di utilizzare un supporto in tela preparato artigianalmente anziché servirsi delle tele a metraggio pronte all'uso già commercializzate sul finire del Ottocento presso i rivenditori di prodotti per le Belle Arti. Tuttavia ciò potrebbe trovare giustificazione, oltre che nella volontà di conseguire un preciso risultato artistico, anche nel dover far fronte alle ragguardevoli dimensioni del dipinto impossibili da coprire con l'utilizzo di un solo telo preparato industrialmente. L'assemblaggio mediante cucitura di questa tipologia di supporti, venduti già preparati, avrebbe sicuramente comportato non poche difficoltà tecniche e un aggravio di costi. Per un approfondimento sul tema cfr. Stols-Witlox M. *A Perfect Ground. Preparatory Layers for oil Paintings 1550-1900*, Archetype Publications, Londra, 2017, pp. 141-152.

[12] Le ricerche effettuate in occasione del restauro non hanno consentito di rintracciare i bozzetti e gli studi preparatori serviti all'artista per impostare la composizione e trasferirla in scala sulla tela. Tuttavia alcuni esempi di disegni conservati in collezioni museali e private non lasciano dubbi sul *modus operandi* di Bosia e sull'attenzione dedicata a questa fase creativa.

[13] Per l'acquisizione è stata utilizzata una fotocamera Xnite Nikon D810, con filtro Hoya filter Infrared (R72). La postproduzione delle immagini, eseguita tramite software Adobe Photoshop, ha previsto il bilanciamento cromatico tramite ColorChecker® Classic da 24 colori, inserito nel campo di ripresa.

[14] La presenza di un reticolo molto serrato in corrispondenza di un solo volto induce a credere che l'autore abbia voluto eseguire un ritratto. I visi delle restanti figure manifestano un grado di finitura più abbozzato.

[15] Riprese eseguite con fotocamera Nikon D810 equipaggiata di filtri Digital Filter PECA 916. L'illuminazione realizzata con 2 lampade Labino® UV a spot UV light MPXL e UV FLOODLIGHT. La postproduzione delle immagini tramite software Adobe Photoshop® ha previsto il bilanciamento cromatico su un bianco di riferimento Spectralon® 99% inserito nel campo di ripresa.
[16] Coerentemente all'esito dell'indagine UV, anche nella lettura delle sezioni stratigrafiche e dei campionamenti selettivi esaminati allo FT-IR non si è riscontrata la presenza di sostanze, anche in forma residuale, riconducibili ad un protettivo naturale o di sintesi. Ciò consente di escludere che il dipinto in origine fosse verniciato e che la mancanza del protettivo possa essere imputata al pregresso intervento di restauro a cui l'opera fu sottoposta in passato.
[17] Analisi eseguita tramite apparato costituito da una sorgente di raggi X General Electric Eresco 42 MF4 e un rivelatore lineare Hamamatsu C9750-20TCN. Nel caso in esame sono stati utilizzati i seguenti parametri: tensione anodica 60 kV, corrente anodica 10 mA.
[18] Per un approfondimento sui materiali pittorici e sulle tecniche d'indagine adottate per la loro caratterizzazione si rimanda a: Nervo M., Romano F. P., Caliri C., *et al.*, "*Costruzione del viadotto*": *MA-XRF in the pictorial executive technique of Agostino Bosia*, X-Ray Spectrom, 2020, pp. 1-10.
[19] Wolbers R., *La pulitura di superfici dipinte*, Il Prato, Padova, 2005, pp. 13-14.
[20] Digital Wi-Fi Microscopes, modello MICFIP a 16 Led dotato di sensore camera CMOS e lenti ad alta risoluzione, prodotto da Italeco.
[21] Gioli. A., *Materiali industriali per la pittura dell'Ottocento***,** in *Effetto luce. Materiali, tecnica conservazione della pittura dell'Ottocento*, Edifir, Firenze, 2009 pp.51-64.
[22] Izzo F. C., Van den Berg K. J., Van Keulen H., *et al.*, *Modern Oil Paints – formulations, organic additives and degradations: some case studies*, in *Issues in contemporary oil paint*, Springer, 2014, pp. 75-107.
[23] Burnstock A., Van den Berg K. J., De Groot S., Wijnberg L., *An investigation of water-sensitive oil paints in Twentieth Century Paintings*, in *Modern paints uncovered: proceedings from the Modern Paints Uncovered Symposium*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 2008, pp. 177-188.
[24] Banti D., Burnstock A., Bonaduce I., *The Influence of Metal Stearates on the Water Sensitivity of Modern Oil Paints*, in *Conservation of Modern Oil Paintings*, Springer, 2019, pp. 451-463.
[25] La Nasa J., Lee J., Degano I., *et al.*, *The role of the polymeric network in the water sensitivity of modern oil paints*, *Sci Rep* 9**,** 3467 (2019).
[26] Modugno F., Di Gianvincenzo F., Degano I., *et al.*, *On the influence of relative humidity on the oxidation and hydrolysis of fresh and aged oil paints*, *Sci Rep* 9, 5533 (2019).
[27] Bonaduce I., Duce C., Lluveras A., *et al.*, *Conservation Issues of Modern Oil Paintings: A Molecular Model on Paint Curing*, *Acc. Chem. Res.* 2019, 52, 12, 3397–3406.
[28] Per la misurazione del pH e della conducibilità è stato prodotto un gel rigido di Agarosio al 4% in acqua demineralizzata avete spessore di 2 mm. Da questo sono stati ricavati dei dischi aventi 1 cm e 0,3 cm di diametro compatibili con le specifiche della strumentazione impiegata: piaccametro a contatto *HI 981003 Checher* prodotto da Hanna Instruments; conduttivimetro *LaquaAtwin EC-11* prodotto da Horiba.
[29] In base al pH 5.5 e alla conduttività 360 μS/cm misurati sulla superficie pittorica è stata messa a punto una soluzione tampone acida avente stesso pH e una concentrazione ionica di circa 5000 μS/cm in modo da ottenere una condizione di leggera ipertonicità utile a favorire l'allontanamento verso l'esterno dell'eventuale componente acquosa penetrata nelle porosità del manufatto.
[30] Microscopio binoculare Carl Zaiss OPMI 1 f = 160 mm.
[31] Escluso l'impiego del classico tampone di cotone idrofilo che avrebbe interferito con la lettura dei risultati, per l'analisi dei prodotti residuali della pulitura sono stati impiegati porta-campioni diversi: vetrini, supporti in polivinilacetato (PVA) e tessuto non tessuto (TNT).
[32] Daudin-Schotte M., Bisschoff M., Joosten I., Henk van Keulen, *et al.*, *Dry Cleaning Approaches for Unvarnished Paint Surfaces*, in *Smithsonian Contributions to Museum Conservation*, Smithsonian Institution Scholarly Press, 2013, pp. 209-219.
[33] In questo caso il supportante siliconico è stato testato con percentuali crescenti di soluzione tamponata al 10%, 15%, 20%, 25%, 30% in modo da individuare quale fosse la minima quantità di solvente efficace a svolgere correttamente l'azione detergente. Cfr. Cremonesi P. (a cura di), *Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali siliconici nel restauro di manufatti artistici*, Il Prato, 2016.
[34] Soluzione tamponata pH 5.5: 200 ml acqua demineralizzata, 0,3 gr Acido Acetico Glaciale tamponata con 1M di Sodio Idrossido.
[35] La soluzione di lavaggio è stata creata mescolando acqua frizzante a basso contenuto salino tamponata fino al pH 5.5 con una soluzione di Ammonio Idrossido (1 ml Ammonio Idrossido al 30% in 100 ml di acqua demineralizzata).
[36] La discontinuità di questo strato, costituito da micro granelli di colla, spiega perché tali residui non siano stati rilevati nelle sezioni stratigrafiche bensì attraverso il campionamento selettivo, con analisi FT-IR e mediante ispezione dalla superficie al microscopio.

[37] La soluzione tamponata a pH 5.5 contenente il chelante debole ione Citrato: 100 ml acqua demineralizzata, 0,5 gr Acido Citrico tamponata con una soluzione 1M di Sodio Idrossido.
[38] L'emulsione acqua in olio è stata realizzata con: 5 ml di tensioattivo non ionico Brij 30®, 15 ml di soluzione acquosa tamponata a pH 5.5 alla quale è stato addizionato 0,5% di Ammonio Citrato Tribasico, 85 ml di ShellSol D40®. La scelta dell'impiego di questo tensioattivo risiede nel suo carattere liposolubile che lo rende facilmente rimovibile dalle superfici pittoriche mediante lavaggi con idrocarburi apolari.
[39] Cremonesi P., *Struttura chimica e proprietà dei materiali siliconici*, in, *Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali siliconici nel restauro di manufatti artistici*, Il Prato, Padova, 2016, pp. 8-9.

BIBLIOGRAFIA

1. Eastaugh N., Chaplin T., Siddall R. *et al*., *Pigment compendium: A dictionary and optical microscopy of historical pigments*, London, Routledge, 2008
2. Casadio, F., Keune, K., Noble, P., *Metal Soaps in Art*, Springer, 2019
3. Cremonesi P., Signorini E., *Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili*, Il Prato, Padova, 2016
4. Cremonesi P., *L'ambiente acquoso per il trattamento di manufatti artistici*, Il Prato, Padova, 2019
5. Daudin-Schotte M., Van Keulen H., Van Den Berg K. J., *Analisi e applicazioni di materiali per la pulitura a secco di superfici dipinte non verniciate*, CESMAR7 - QUADERNO N° 12, Il Prato, Padova, 2011

LE CARTE INTELATE DI PIERO MANAI: PROBLEMATICHE DI RIADESIONE DEL SUPPORTO CARTACEO ALLA TELA TRAMITE INTERVENTI LOCALIZZATI

Andrea Del Bianco*, Camilla Roversi Monaco**

*Chimico e Restauratore di Materiali Cartacei e Sintetici, Socio Laboratorio degli Angeli S.r.l., Via degli Angeli 32, 40124, Bologna, Italia, Docente del corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, cell +39 349 3544838, andrea.delbianco@ababo.it
**Restauratrice di Materiali Cartacei, Socio Laboratorio degli Angeli S.r.l., Via degli Angeli 32, 40124, Bologna, Italia, Docente del corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, cell +39 348 3527999, camilla.roversimonaco@ababo.it

Abstract

Piero Manai è un artista bolognese morto prematuramente a soli 37 anni. Tra il corpus delle sue opere, quelle degli anni '80 di grande formato sono prevalentemente realizzate su carte incollate tramite un adesivo vinilico a delle tele con una preparazione acrilica bianca di tipo industriale. Una problematica frequentemente riscontrata è legata alla perdita di adesione localizzata e diffusa della carta alla tela, imputabile alla disomogeneità con cui è stato steso il film adesivo. In queste zone si sono create delle sbollature e a causa di un maggiore scambio con l'aria, la carta si è ossidata e imbrunita più rapidamente che nelle parti adese. Tramite un'umidificazione controllata con acqua e alcool e la successiva iniezione di una soluzione adesiva è stato possibile risolvere tale degrado. L'adesivo utilizzato è il Klucel G in soluzione idroalcolica addizionata con il riducente organico terz-butilammino borano (T-BAB).

Introduzione

Piero Manai, nato a Bologna nel 1951, muore nel 1988 per un male incurabile. Pur non godendo della giusta notorietà, è considerato dalla critica uno degli artisti più enigmatici della pittura contemporanea, un artista internazionale che, come scriveva Umberto Eco nel 1991, "dopo Giorgio Morandi stava continuando il discorso della grande pittura bolognese" **[1]**.
In due soli decenni di instancabile ricerca, l'artista sperimentò diverse tecniche – disegni e dipinti su carta, su acetato e su tela, fotografia – orientandosi inizialmente verso una figurazione di stampo iperrealista e pop, per poi sfociare in una pittura tormentata che lo portava a lacerare l'immagine e a riplasmarla in senso quasi scultoreo. La tensione emotiva della pittura dell'ultimo periodo ha origine in un costante confronto con la morte e risente di una forma di espressionismo che enfatizza la corporeità come veicolo di immediatezza e intensità.
Manai raggiunge la massima fama negli anni Ottanta con numerose esposizioni in Europa e oltre Oceano, ma dopo la sua morte viene ricordato principalmente nella sua città **[2]**.





Figure 1 e 2. L'artista nel suo studio

Le sue opere di grande formato degli anni '80, oggetto dell'articolo, sono prevalentemente realizzate su carte soprammesse tra loro e incollate tramite un adesivo vinilico a delle tele con una preparazione acrilica di tipo industriale. La pittura lascia libera la più parte del supporto cartaceo con il risultato di rendere i soggetti (prevalentemente sassi e nature morte, ma soprattutto grandi teste e figure senza volto, senz'altro legate alla

malattia che lo stava logorando) fluttuanti in uno sfondo neutro. Le tecniche utilizzate variano dall'olio all'acrilico e in alcuni casi sono presenti delle finiture a pastello.



Figura 3. Particolare della firma realizzata con tecnica mista

Una problematica riscontrata su questi grandi formati è legata alla perdita di adesione localizzata e diffusa della carta alla tela, imputabile alla disomogeneità con cui è stato steso il film adesivo e al diverso comportamento dei due materiali. Ancora, l'incollaggio delle carte ai supporti, pur seguendo lo stesso iter, ha portato a esiti diversi poiché era un'operazione che raramente veniva condotta dall'artista, più spesso da assistenti o dai fornitori delle tele. I materiali scelti hanno mostrato nel tempo la loro fragilità e le modalità d'incollaggio hanno condizionato sensibilmente lo stato di conservazione delle opere, con conseguenze assai diversificate.

Tecnica esecutiva e stato di conservazione

Come accennato, lo stato di conservazione è strettamente legato ai materiali e alla tecnica esecutiva. Le opere venivano dipinte solo dopo aver realizzato la struttura: costituita da carte incollate su una tela, perlopiù dal lato con la preparazione acrilica, già montata su telaio. La preparazione del supporto veniva spesso demandata agli assistenti o alle mesticherie che fornivano il materiale, ma in assenza di supporti pronti, era l'artista stesso che si occupava di applicare le carte alla tela.

Non è possibile stabilire con precisione quali tele siano preparate direttamente da lui, sappiamo però che Manai lavorava in maniera febbrile e disordinata: aldilà di chi ha preparato i supporti, possiamo senz'altro fare una distinzione a partire dalla precisione con cui sono state fatte le sovrapposizioni delle carte, in base alla regolarità dei bordi dei singoli fogli, alla presenza di pieghe secche generatisi in fase di incollaggio, agli ingiallimenti dovuti al collante che spesso rivelano l'andamento delle pennellate con cui è stato steso **[3]**.



Figure 4. Totale utile a mostrare la disposizione delle carte e i punti soprammessi, di tono giallo intenso

Le zone cartacee debolmente adese hanno perso continuità con la tela, generando distacchi che hanno portato la carta a muoversi più liberamente creando sbollature: in tali zone a volte la carta si è ossidata in maniera più accentuata a causa di un maggiore scambio con l'aria. In pochi decenni queste opere hanno mostrato un'alterazione di tipo estetico poiché i sollevamenti e gli imbrunimenti della carta ne hanno compromesso la leggibilità.





Figure 5 e 6. Particolari con ingiallimenti determinati dalla stesura del collante, dalle sovrapposizioni delle carte e dei sollevamenti

Le carte utilizzate sono di grammatura talmente leggera che la trama della tela sottostante, pur essendo fitta e regolare, si percepisce con evidenza e diventa parte dell'opera. Nelle porzioni in cui la carta si è sollevata invece, la trama della tela non si percepisce più.



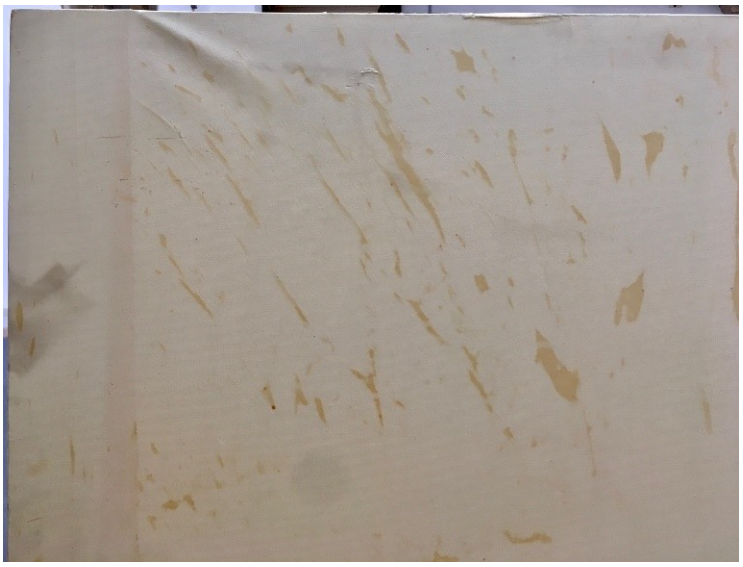


Figure 7 e 8. Particolari che evidenziano gli ingiallimenti in corrispondenza di porzioni sollevate di carta



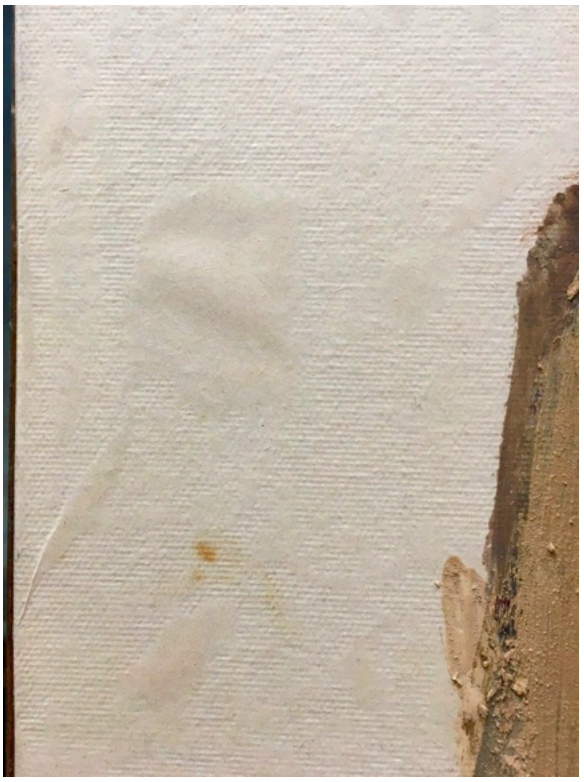


Figure 9 e 10. Particolari a luce radente, è possibile notare come in corrispondenza delle sbollature si perda la trama della tela

Il recupero strutturale ed estetico delle sbollature

Le opere d'arte di età antica e moderna realizzate in carta e foderate con tele naturali, quando mostrano la presenza di sbollature vengono comunemente affrontate con una metodologia abbastanza consolidata, la quale prevede il distacco della tela a secco o per via umida, a seconda dei casi. Questo tipo di approccio è possibile per svariati motivi. Le carte antiche in genere, sono di ottima qualità e se ben conservate, risultano resistenti agli stress meccanici o ai trattamenti per via umida. Inoltre, gli adesivi utilizzati per incollare le carte alle tele sono di natura prevalentemente vegetale e pertanto con l'invecchiamento tendono a perdere potere adesivo, permettendo spesso la rimozione della tela a secco; nei casi in cui non si riuscisse, questi adesivi sono comunque facilmente riattivabili per via umida. Infine le tele utilizzate sono sempre realizzate con filati di origine vegetale che tendono col tempo ad acidificarsi e a perdere resistenza meccanica, permettendo nella maggior parte dei casi una loro agevole rimozione (procedimento che a livello conservativo è sempre consigliabile).

Dopo la rimozione della tela e degli adesivi rimasti sul supporto cartaceo, si procede con l'applicazione di un supporto in carta giapponese che consente il rinforzo e il recupero della planarità dell'opera, cui può seguire la riapplicazione della tela originale per questioni storiche o la sostituzione con una nuova tela, generalmente di natura sintetica.
Sui manufatti oggetto del presente studio, questa tecnica non è percorribile per tre ragioni: l'adesivo vinilico è difficilmente removibile; i tipi di carta utilizzati dall'artista sono di bassa qualità meccanica, fabbricate già in partenza con l'intento di non durare a lungo, quali, - come già detto in precedenza - carte da spolvero, da scenografia o carte da lucido, spesso di bassa grammatura; infine la carta è incollata quasi sempre dal lato dove la tela presenta la preparazione acrilica che ha una forte affinità per le resine viniliche.
Preso atto dell'impossibilità di realizzare un distacco per l'elevato rischio che comporterebbe, la risoluzione del problema passa attraverso la riadesione localizzata.



Figura 11 e 12. Particolare prima e dopo l'intervento

Questo tipo di operazione deve essere ben valutata nel momento in cui si scelgono gli adesivi, i solventi e le modalità di somministrazione della colla per evitare possibili effetti indesiderati. Sono da escludere gli adesivi a base acquosa perché comportano numerosi inconvenienti, tra i più comuni la comparsa di gore, l'eccessiva dilatazione della carta in corrispondenza dalla sbollatura, che in fase di riadesione provoca la formazione di pieghe secche e la saturazione della cromia della carta. Per tali motivi sono da preferire gli adesivi a solvente, e in quello specifico, si è optato per il Klucel G, solubile anche in alcool etilico e utilizzato ormai da tantissimi anni.
Il Klucel G è un blando adesivo nei confronti degli incollaggi di carta con carta, mentre manifesta un potere adesivo maggiore quando si deve incollare la carta ad una superficie acrilica - nel nostro caso la tela preparata industrialmente con colori acrilici - perché l'intorno chimico dell'adesivo ha una affinità maggiore per il substrato sintetico (acrilico e vinilico) che per quello cellulosico.
L'adesivo è stato preparato sciogliendo un 2% in peso di Klucel G in una soluzione idroalcolica (80% etanolo, 20% acqua) alla quale è stato disciolto uno 0.7% in peso di terz-butilammino borano (T-BAB), un riducente di natura organica. La scelta di sostituire l'acqua con l'alcol etilico - solvente in cui l'adesivo è ugualmente solubile - evita la formazione di gore, grazie alla rapida asciugatura, e la formazione delle pieghe secche, data la ridotta dilatazione che questo solvente opera nei confronti dei supporti cartacei. Un'aggiunta alla soluzione adesiva di un 20% di acqua rimane comunque utile perché questa dal suo canto ha la capacità di rendere più plastico il supporto cartaceo e di conseguenza più morbido, più malleabile e lavorabile. L'aggiunta del riducente T-BAB è stata scelta per attenuare l'imbrunimento dovuto all'ossidazione della carta, riscontrato spesso in modo più accentuato in corrispondenza delle sbollature e per contenere ulteriormente la formazione delle gore.



Figure 13, 14 e 15. Le fasi di incollaggio: pretrattamento con soluzione idroalcolica, iniezione dell'adesivo e steccatura finale

L'adesivo ha una buona fluidità ed è stato possibile somministrarlo con siringhe da insulina che hanno aghi molto sottili e il foro provocato non risulta visibile. Prima di iniettare l'adesivo, i distacchi e le parti circostanti sono stati trattati con una soluzione idralcolica per preparare la carta all'adesivo e uniformare il trattamento. Dopo aver inserito il quantitativo idoneo di colla è stata applicata una leggera pressione con stecche in teflon e/o spugne in lattice fino a completa riadesione e asciugatura.
In alcuni casi per ridurre ulteriormente l'ossidazione delle parti di carta decoesa, dopo l'adesione, è stata applicata a pennello una soluzione idroalcolica di T-BAB allo 0,7%; questa operazione ha permesso di raccordare la cromia con quella della carta non distaccata.

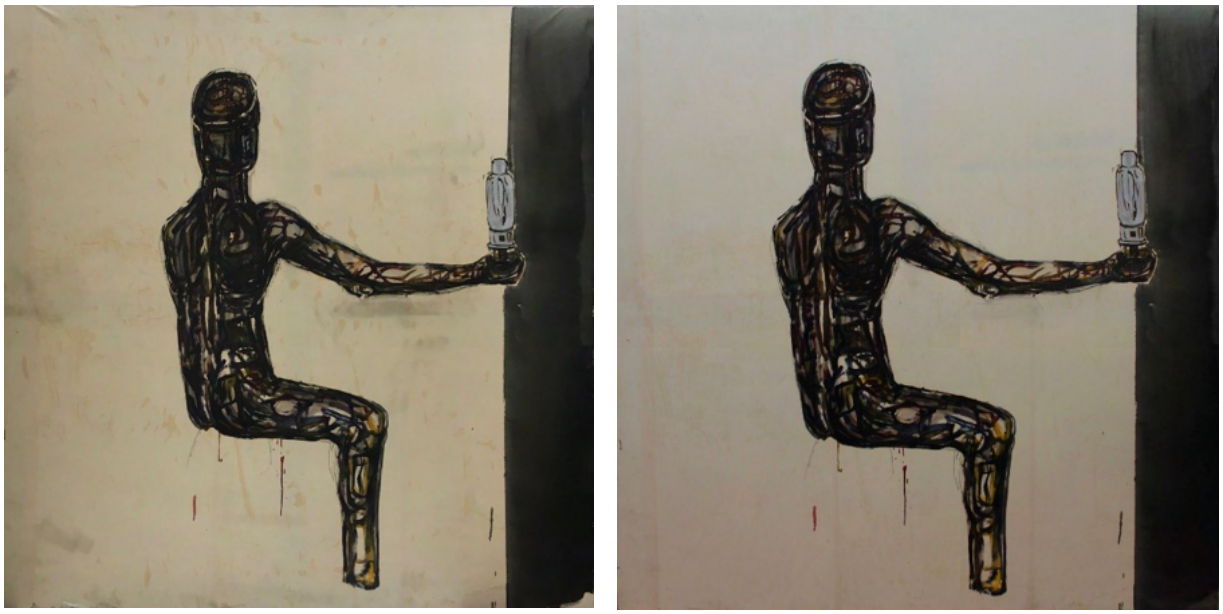


Figura 16 e 17. Totale di un'opera prima e dopo il restauro

Conclusioni

Si ritiene che il metodo messo a punto possa essere senz'altro utilizzato anche per altri manufatti realizzati con carte di grammatura leggera o che si trovino in un precario stato di conservazione, adese a supporti in tela a trama fine, in quanto i materiali e il modo di applicarli possono essere modulati di volta in volta.

NOTE

[1] Oltre al convegno a lui dedicato nel 1991 voluto dall'Università di Bologna, fra i numerosi critici che si sono occupati della sua opera ricordiamo F. Arcangeli, R. Barilli, F. Alinovi, T. Trini, P. Fossati, P.G. Castagnoli, V. Fagone, G. Celant, F. Caroli, F. Gualdoni, D. Trento.
[2] Tra le varie personali a lui dedicate dopo la sua morte ricordiamo la retrospettiva del 2004 che abbracciava tutta la sua produzione artistica organizzata dalla Galleria di Arte Moderna di Bologna, ora MAMbo, e dalla Fondazione delle cassa di Risparmio, la mostra L'insostenibile visione dell'essere", del 2010 presso la Galleria de' Foscherari, concentrata sulle suoi ritratti Polaroid, e la recentissima mostra del 2019 organizzata dalla Gallerie P42O e CAR DRDE, con la collaborazione degli eredi Manai, incentrata sui grandi formati e sugli acetati.
[3] Tali considerazioni tecniche sono frutto dei numerosi confronti avuti negli anni con Mea Cuniberti, moglie dell'artista, che in questa sede ringraziamo.

BIBLIOGRAFIA

1. M. Bicchieri, F.M. Sementilli, A. Sodo, "Application of seven borane complexes in paper conservation", Restaurator 21, 2000, 213–228.
2. V. Coen, P. Weiermair, "Piero Manai. Una retrospettiva. Opere dal 1968 al 1988", Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo (MI), 2004
3. U. Eco et al., "Piero Manai", Atti del convegno di studio sull'opera di Piero Manai Grafis Multimedia, Bologna, 1991
4. C. Sanna, A. Sodo, G. Laguzzi, G. Mancini, M. Bicchieri, "Tert-butyl amine borane complex: An unusual application of a reducing agent on model molecules of cellulose based materials", Journal of Cultural Heritage 10, 2009, 356–361
5. A. Del Bianco, C. Roversi Monaco, M. Michelozzi, "Foderatura con tela di opere in carta per mezzo di adesivi acrilici: un metodo alternativo di adesione non acquoso senza l'utilizzo di calore e pressione", XVI Congresso Nazionale IGIIC – Lo Stato dell'Arte 16 – Nardini Editore, Firenze, 2018

SITOGRAFIA

6. https://www.psicoart.unibo.it/francesca-belgiojoso-piero-manai-dalle-matite-ai-monoliti/ ultimo accesso 22 agosto 2020
7. https://casicritici.com/2019/10/31/linsostenibile-pesantezza-dellessere/ ultimo accesso 22 agosto 2020

GLI AFFRESCHI STACCATI DI SANTA MARIA ANTIQUA, SOLUZIONI STRUTTURALI INCONSUETE NELLA RICONTESTUALIZZAZIONE

Antonio Iaccarino Idelson*, Carlo Serino**

*Restauratore, Equilibrarte srl, Roma, +39 3397172063, iaccarino.a@gmail.com
**Restauratore, Equilibrarte srl, Roma, +39 3478813217, carlo.serino@gmail.com

Abstract

S. Maria Antiqua al Foro Romano, "Cappella Palatina" del VI secolo per i palazzi del Palatino, fu ampliata da cinque pontefici fino al IX secolo, quando fu sepolta da una frana nell'847. Ritrovata dal Boni nell'anno 1900, fece grande scalpore per i cicli pittorici di altissima qualità, appartenenti ad un periodo i cui esempi sono molto rari.
L'ambiente interno ha un elevato tasso di umidità a causa di numerose pareti contro terra. Ciò spinse da subito a staccare alcuni affreschi. Inoltre, la presenza di veri e propri palinsesti pittorici spinse a staccare a scopo conoscitivo alcuni affreschi poco adesi agli strati precedenti. I dipinti staccati furono montati su due tipologie di supporto. Quelli che sarebbero rimasti nell'ambiente di provenienza furono montati su spesse strutture in acciaio e cemento Portland; la parete di fondo della cappella di Teodoto fu montata su tela su un telaio ligneo e portata nelle sale della Soprintendenza.
Si descrivono in questo articolo le complesse operazioni di separazione degli affreschi dai supporti esistenti e la loro ricontestualizzazione sulle pareti da cui erano stati distaccati, riportando la pellicola pittorica al livello di quella circostante rimasta in situ. Per ottenere questo risultato sono stati costruiti pannelli molto sottili, in carbonio, controformati in modo da consentire il miglior uso dei volumi disponibili, per restare nello spessore dell'intonaco originario. L'angelo annunciante staccato dalla precedente scena dell'annunciazione voluta da papa Giovanni VII aveva strappato una parte consistente della pellicola pittorica sottostante, rimasta visibile sul retro dell'intonaco una volta separato dal supporto in cemento. Per recuperarne la visibilità, pur al negativo, il dipinto è stato fissato su una grande lastra di vetro, con un procedimento che ha richiesto una attenta sperimentazione preliminare.

Introduzione storica alla chiesa e allo scavo e allo stato di conservazione

La chiesa di S. Maria Antiqua al Foro Romano fu fondata nel VI secolo come "Cappella Palatina" all'interno di un'aula quadrangolare alla base della rampa domizianea che dava accesso ai palazzi imperiali sul Palatino. Abbellita, ampliata e modificata successivamente da cinque dei pontefici che si sono susseguiti fino al IX secolo, fu sepolta dalla frana di parte del colle che la sovrastava, dovuta al terremoto dell'anno 847. Il suo ritrovamento, durante gli scavi del Boni nell'anno 1900, con la demolizione della seicentesca Chiesa di Santa Maria Liberatrice al Foro Romano poi ricostruita a Testaccio, fece grande scalpore perché i cicli pittorici che si sono susseguiti e sovrapposti sulle pareti di Santa Maria Antiqua sono tutti di grande qualità e committenza prestigiosa, rappresentando per altro un periodo storico-artistico di cui gli esempi ben conservati sono molto rari.
L'ambiente interno ha, almeno da dopo lo scavo, un elevato tasso di umidità a causa della presenza di numerose pareti contro terra. Ciò spinse da subito a staccare alcuni affreschi posizionati su murature che non si sarebbero asciugate. Inoltre, la presenza di veri e propri palinsesti pittorici spinse a staccare alcuni affreschi poco adesi allo strato precedente, con l'obiettivo di mettere in luce la maggiore quantità possibile di un tessuto pittorico così prezioso. Lo stacco all'epoca era pratica correntemente e la separazione già esistente tra gli intonaci per motivi legati allo stato di conservazione, doveva rendere in alcuni casi lo stacco un'operazione quasi ovvia dal punto di vista di un restauratore che lavorava negli anni '50 del XX sec.
I dipinti staccati furono montati su due tipologie di supporto. Quelli che sarebbero rimasti nell'ambiente di provenienza furono montati con cemento Portland su un telaio in acciaio verniciato al minio, con fitte traverse su cui era tesa una rete in maglia di filo di ferro zincato. La grande parete di fondo della cappella di Teodoto fu invece montata su tela con caseato di calcio su un telaio ligneo e portata nella sala delle riunioni della Soprintendenza.

Le condizioni di conservazione degli affreschi staccati all'epoca dell'inizio dei lavori e le scelte di fondo per la realizzazione dei nuovi supporti

La sostituzione dei supporti esistenti era necessaria a causa dei fenomeni di degrado innescati dai materiali con cui erano stati realizzati, e per la loro inadeguatezza dimensionale. A questa si affiancava il desiderio di migliorare la fruizione dei dipinti ricontestualizzandoli nel loro ambiente riportando il colore al livello originario, cosa particolarmente importante perché il palinsesto di strati pittorici caratterizza l'intero monumento[i].

I pannelli degli affreschi staccati erano costruiti con cemento e rete metallica, con telai di supporto in acciaio, molto spessi[ii] e pesanti, solidamente fissati al muro. Il dipinto della parete di fondo della cappella di Teodoto era invece montato su una stratificazione di tele con caseato di calcio, su un telaio ligneo cha aveva uno spessore complessivo di circa 12 cm. Durante la vita fuori Santa Maria Antiqua il dipinto aveva subito colpi che avevano lacerato o deformato il supporto, ed il suo aspetto era gradualmente diventato simile a quello di un dipinto su tela, con ondulazioni tipiche e difetti di tensione. Il supporto era realizzato con materiali inadatti alla permanenza in ambienti umidi, e l'elevato spessore e la forma rettangolare rendevano impossibile ricontestualizzarlo. Il dipinto fu dunque trasportato a Santa Maria Antiqua per la sostituzione del supporto e il restauro.

Le scelte progettuali per la realizzazione dei nuovi supporti sono state uniformi e basate su tre aspetti tecnologici. Si è scelto di utilizzare la tecnologia dei compositi con carbonio/epossidica, tra i materiali che offrono le migliori prestazioni quando si tratta di rigidezza flessionale: un sandwich con pelli in tessuto di carbonio può garantire una rigidezza flessionale adeguata ma con uno spessore ed un peso notevolmente minori rispetto ai pannelli da sostituire. L'altro grande vantaggio dell'uso dei compositi prodotti artigianalmente secondo le necessità del manufatto specifico, è nella loro elevata conformabilità, che permette di seguire le forme dei materiali originali o di crearne di nuove secondo le necessità. Questo implica che la faccia del pannello che sarà messa a contatto con il retro della malta dipinta può essere realizzata con grande libertà di forma, ad esempio copiando gli andamenti della malta da supportare, ottenendo una struttura che la accolga come una controforma diretta[iii]. Tra i vantaggi che ne derivano si ha la minore necessità di regolarizzare il retro, riducendo il peso e lo spessore complessivo. Si è deciso di sfruttare queste caratteristiche alla ricerca di un compromesso ottimale con gli spessori e le forme, come descritto nei paragrafi seguenti.

Lavorare su supporti sottili controformati ha consentito anche di pensare lo strato di intervento, o di reversibilità, in modo diverso dai tradizionali strati di malta, sughero o simili, a favore di uno strato di reversibilità chimica, estremamente sottile. Sono state dunque messe a confronto due resine molto stabili in assenza di radiazioni UV (come all'interfaccia tra affresco e supporto) e solubili in solventi alifatici di bassa polarità: la Regalrez 1126 ed il Paraloid B67. Le prove meccaniche di rottura e di solubilità condotte in una semplice sperimentazione preliminare hanno mostrato che la Regalrez è più veloce nella dissoluzione in ligroina 100-140 (velocità circa doppia) rispetto al Paraloid B67. La Regalrez 1126 però, pur essendo più resistente della Regalrez 1094 comunemente impiegata come vernice per i dipinti da cavalletto, resta comunque una resina molto fragile, che si delamina facilmente. La solidità della resina acrilica Paraloid B67 è sembrata molto vantaggiosa, anche perché il tempo necessario per solubilizzazione in ligroina durante la separazione di due superfici incollate, pur maggiore rispetto alla Regalrez, resta comunque sufficientemente breve. Lo strato d'intervento è stato dunque costruito con uno spessore adeguato di Paraloid B67[iv] direttamente sulla superficie dell'intonaco o su quella del pannello, a seconda della convenienza.

Per l'incollaggio dei dipinti su pannello di carbonio si è scelto un incollaggio sottovuoto con Plextol B500. Le dimensioni importanti dei pannelli hanno orientato all'uso di una tecnica che garantisca un tempo di lavoro sufficiente a completare la stesura dell'adesivo e la movimentazione dell'affresco prima dell'inizio della sua presa. Si è dunque scelto di adattare una tecnica utilizzata da V. R. Mehra per i dipinti su tela di grande formato[v], basata sulla riattivazione dell'adesivo asciutto già steso sulla tela di supporto ausiliario e sulla superficie del supporto, con una miscela in parti uguali di Plextol B500, metiletilchetone e acqua. Il tutto viene inserito in un sacco da vuoto dopo aver messo a contatto ed in posizione gli aderendi; dopo ca. 30 minuti necessari per la completa riattivazione e l'inizio della presa, si aprono dei piccoli fori nel sacco che favoriscano l'evaporazione del solvente e dell'acqua creando una leggera circolazione all'interno del sacco senza ridurre in modo sensibile la pressione sul giunto adesivo.

Il pannello con l'angelo annunciante dell'annunciazione di Giovanni VII, affrontato per ultimo, ha posto problematiche molto differenti che sono state trattate facendo tesoro delle altre esperienze acquisite, come si vedrà nell'ultimo paragrafo.

La parete di fondo della cappella di Teodoto, dipinta sotto papa Zaccaria (741-52)

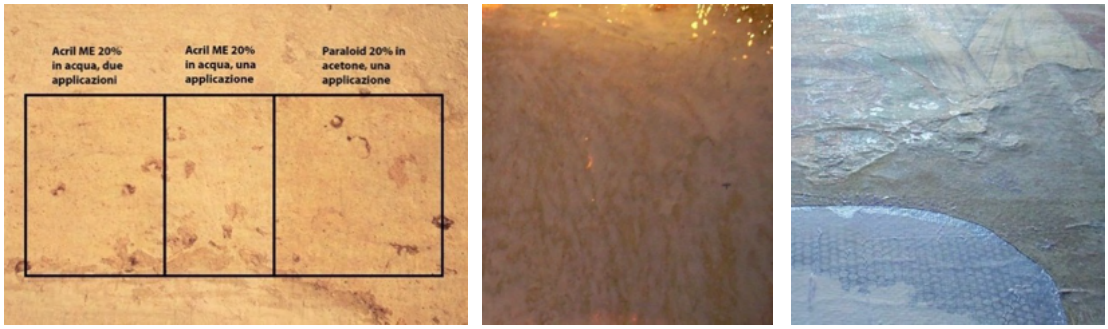
L'intonaco della scena principale della parete di fondo della cappella di Teodoto, staccato in due pezzi con un taglio verticale alla destra del trono della Vergine, era stato assottigliato fino a renderlo simile ad uno strappo e poi montato con caseato di calcio su velatini e tele di cotone, tese su un telaio in legno. Il sistema di montaggio era ingegnoso e dava molte possibilità di controllo delle deformazioni della tela, sostenuta non solo dalla chiodatura perimetrale e da espansori angolari e sulle traverse, ma anche con delle tasche in cui scorrevano cinghie di juta messe in tensione con tensori a doppia vite. Sebbene non si potesse escludere la conservazione di un manufatto che costituiva di per sé una testimonianza storica di rilievo, le condizioni di elevata umidità in situ avrebbero impedito di ricontestualizzare il dipinto, obbligando a musealizzarlo. Compiuta la scelta di separarlo

dal telaio, si è dovuto affrontare un problema inconsueto, legato alla forma assunta dal dipinto, che era diventato perfettamente planare a causa dell'assottigliamento e del montaggio su tela. Infatti, montato su un pannello in composito dalla superficie piana, il suo aspetto sarebbe stato troppo diverso e discordante rispetto a quello di tutti gli affreschi della cappella ancora in situ, il cui intonaco, steso sui resti della struttura di sostegno della perduta decorazione in *opus sectile* di epoca imperiale, è ondulato e molto irregolare.
Si è dunque deciso di costruire un pannello con la superficie frontale conformata in modo da imitare le forme assunte dagli intonaci circostanti, osservati accuratamente con luce radente, con l'obiettivo di realizzare un'imitazione di superficie con andamenti e forme comunque meno accentuate rispetto al contesto. La procedura è stata di per sé piuttosto semplice. Si è costruito un pannello con pelli in carbonio[vi] e materiale d'anima in nido d'ape d'alluminio da 12 mm di spessore, lasciando nelle aree che avrebbero richiesto raccordo con intonaci originali un'ampia zona perimetrale senza materiale d'anima, dunque molto sottile perché con le sole due pelli di carbonio (fig. 1). Il pannello è stato ritagliato in modo da entrare nello spazio da cui era stato estratto il dipinto, e si è costruita la superficie desiderata "intonacando" in situ il pannello con una resina epossidica caricata con microsfere fenoliche fino a raggiungere la consistenza di una malta (fig. 2). La posizione delle forme aggiunte è stata verificata anche sovrapponendo un lucido del dipinto, perché non ci fossero forme troppo evidenti in corrispondenza di parti significative dei personaggi, e poi il pannello è stato nuovamente portato in laboratorio dove si è proceduto a una nuova laminazione in carbonio in modo da offrire una superficie omogenea e continua per l'incollaggio del dipinto.



Figg. 1 - 2. Pannello con nido d'ape solo nella zona con spessore minimo di 12 mm; costruzione delle ondulazioni e dei raccordi con il perimetro.

La scelta dell'adesivo da usare per la velinatura di protezione del dipinto, necessaria per la sostituzione del supporto, doveva tener conto della solubilità dei materiali per evitare il rischio di solubilizzare gli adesivi acrilici che sarebbero stati usati sul retro, al momento della rimozione degli strati di protezione. Una colla animale, reversibile con sola acqua, sembrava una opzione valida ma i valori di umidità relativa costantemente superiori al 70% hanno fatto temere attacchi biologici. Si è dunque scelto di utilizzare l'Aquazol 500, anch'esso reversibile in acqua ma non biodeteriorabile. L'adesione della carta ("velina inglese") e poi del velatino di cotone è stata facile ed efficace perché favorita dal mezzo acquoso. Purtroppo però l'adesivo è rimasto costantemente in equilibrio con l'umidità ambientale, divenendo cedevole ed appiccicoso al tatto nei giorni in cui questa era più elevata: di fatto la sua sensibilità all'umidità ambientale si è rivelata superiore a quella di cuna colla animale[vii]. Ciò non ha creato fortunatamente problemi di adesione o coesione durante la rimozione meccanica delle tele dal retro. Per il consolidamento degli strati originali per impregnazione, gli adesivi più promettenti sembravano una microemulsione acrilica (Acril ME, CTS) o una resina acrilica in soluzione (Paraloid B72 in acetone), anche in previsione dell'adesione ad un velatino in poliestere con Plextol B500 e del successivo incollaggio sul pannello. Entrambe avevano un potenziale conflitto con la solubilità dell'Aquazol (solubile in acqua, alcool e chetoni), ma la ridotta quantità e tempo di permanenza del solvente contenuto nell'adesivo da usare per l'impregnazione riducevano molto il rischio, e la loro efficacia sembrava equivalente. Si è deciso dunque di scegliere in base alla saturazione del colore dell'intonaco e gli strati preparatori, perché una forte variazione avrebbe potuto alterare il tono dell'affresco. La microemulsione permetteva di usare una concentrazione più elevata di resina e di ripetere l'applicazione per aumentarne l'efficacia, causando solo un'alterazione molto lieve del tono originale dell'intonaco asciutto, mentre il Paraloid saturava il colore in modo evidente dopo una sola applicazione (fig. 3).



Figg. 3 - 5. Prove di impregnazione: il Paraloid B72 satura più della microemulsione acrilica; lo stucco (chiaro) steso cercando di non aumentare lo spessore complessivo; dopo l'incollaggio sul pannello del dipinto velinato.
Per colmare le irregolarità degli strati originali residui dell'intonaco, che presentavano dislivelli improvvisi nonostante lo spessore complessivo molto limitato, si è impiegata una malta realizzata con Plextol B500 ed acqua (2 parti ed 1 parte) caricato con carbonato di calcio micronizzato e polvere di marmo bianco (2 parti ed 1 parte). Si tratta dunque di una miscela con poca acqua, per limitare al minimo il ritiro in asciugatura, che pur dopo una lunga miscelazione assumeva però un comodo comportamento tixotropico. La quantità di malta aggiunta è stata minima, cercando di colmare i vuoti senza coprire le superfici piene, con lo scopo di ridurre meno possibile la flessibilità dell'intonaco (fig. 4). Dopo l'incollaggio del velatino di poliestere con Plextol B500 si è proceduto all'incollaggio sul pannello (fig. 5) ed alla rimozione della velinatura con acqua fredda. Dopo il montaggio del pannello nella sua sede con viti inox e piccoli tasselli in ottone, controllando l'esatta corrispondenza delle linee della composizione con le parti rimaste in situ, le piccole lacune perimetrali sono state stuccate e reintegrate a tratteggio, completando l'illusione dell'avvenuta ricontestualizzazione (figg. 6 e 7).



Figg. 6 - 7. Il pannello montato; dettaglio della reintegrazione a tratteggio sulle lacune perimetrali.

Gli affreschi voluti da papa Martino I (649-653) sui pilastri della navata.

Sul pilastro destro la scena di Santa Solomone con i Maccabei, la madonna in trono tra angeli e, sulla parete adiacente, Santa Barbara; sul pilastro sinistro l'Annunciazione. Tutti i dipinti erano montati su pannelli in cemento, rete metallica e telaio in acciaio. I telai erano fissati con staffe metalliche e grandi chiodi, sul perimetro era stata costruita una scarpetta di cemento per ulteriore contenimento e raccordo, lasciando delle prese d'aria in basso ed in alto. La sostituzione del supporto prevedeva la demolizione meccanica di quello esistente, per cui la velinatura di protezione doveva essere più solida rispetto a quella prevista per Teodoto ed è stata costruita con una robusta e fitta tela olona a completare la stratigrafia. Si è deciso di dare priorità all'affidabilità dell'adesione rispetto alla immediata reversibilità, per cui la scelta si è spostata sul Paraloid B67 in acetone, che non è sensibile all'umidità ambientale. Oltretutto, il maggiore spessore dell'intonaco avrebbe reso meno probabile l'interferenza tra i solventi necessari per la rimozione della velinatura e gli adesivi acrilici del supporto.

La demolizione meccanica dei supporti è stata complessa e laboriosa, richiedendo il taglio e l'estrazione dei telai in ferro e poi l'assottigliamento graduale del cemento con dischi abrasivi e diamantati (figg. 8-10), fino ad arrivare ad uno spessore compatibile con una rimozione manuale con bisturi, piccoli scalpelli o microtrapano. Per il

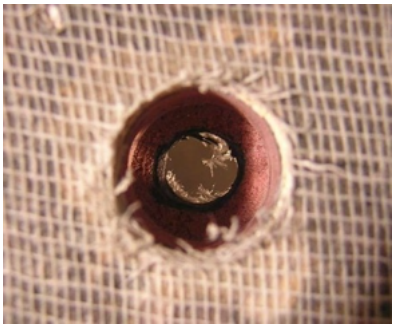
consolidamento delle malte originali si è utilizzata la stessa micro emulsione acrilica e vi si è poi costruito un sottile strato di malta di rinforzo (sempre con polvere di marmo e carbonato di calcio micronizzato, legata con Plextol B500), armata con una rete portaintonaco in fibra di vetro e polietilene al posto del velatino di poliestere. Il retro dell'affresco non era dunque planare a causa delle forti irregolarità della malta originale, ed il sottile strato aggiunto non aveva come scopo la regolarizzazione ma solo la protezione in vista del prossimo intervento di restauro.





Figg. 8 - 10. Dettagli dei pannelli in cemento e della loro demolizione

Il nuovo pannello di supporto è stato costruito utilizzando tale forma irregolare come stampo su cui realizzare la prima pelle del sandwich. Questo è avvenuto inserendo l'affresco sul suo piano di lavoro in un sacco da vuoto con il tessuto di carbonio impregnato di resina epossidica, all'interno di una stratificazione che permetteva di evitare qualunque rischio di contaminazione con la resina. Il retro del dipinto è stato infatti protetto con due strati di polietilene sottile come barriera per la resina, su cui sono stati stesi uno strato di peel-ply[viii], il carbonio impregnato, un secondo strato di peel-ply, uno schermo micro forato ed un tessuto non tessuto con funzione aerante e drenante per il vuoto. Completato l'indurimento della resina, è stato rimosso il peel-ply posteriore perché questo porta via con sé dalla superficie del carbonio le scorie della resina epossidica che impedirebbero una corretta adesione con gli strati successivi. Su tale superficie è stato costruito uno strato di resina epossidica caricata con microsfere fenoliche e silice micronizzata, successivamente regolarizzato con una levigatrice a nastro per ottenere uno strato continuo e planare per il retro del pannello, realizzato con una seconda pelle di carbonio/epossidica (fig. 11). L'incollaggio del dipinto al nuovo supporto è stato realizzato con la stessa tecnica usata per il pannello di Teodoto, incluso lo strato di reversibilità. Il perimetro eccedente è stato ritagliato per il montaggio a parete, utilizzando anche qui viti in acciaio inossidabile fissate in piccoli tasselli in ottone, attraverso alcune delle numerose lacune dei dipinti (figg. 12 e 13).

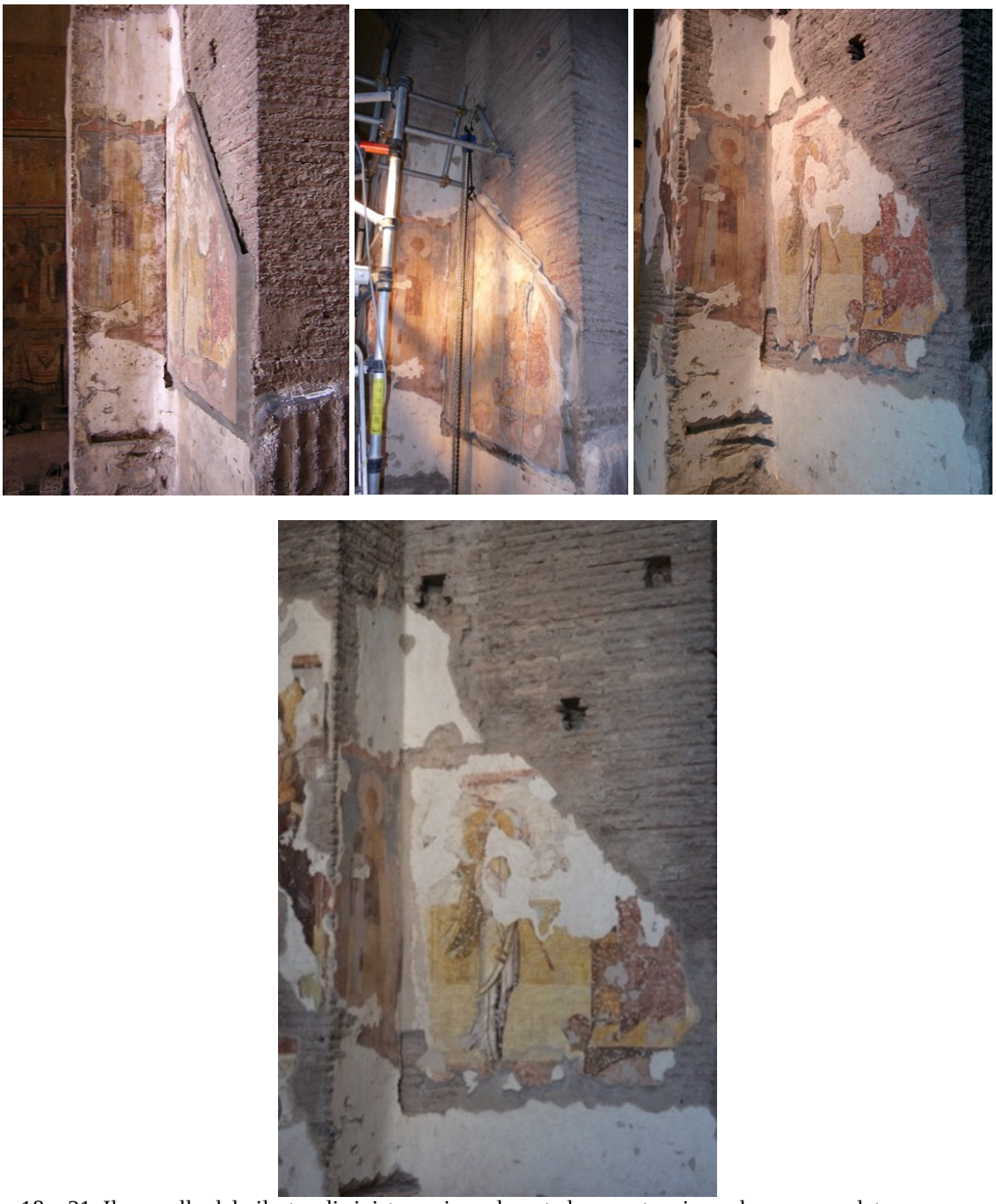

Figg. 11 - 13. Un pannello finito; foro di fissaggio in una lacuna; vite inox e tassello in ottone nella muratura.

Lo spessore dei pannelli, molto variabile, è indicativamente compreso tra i 4 e i 10 mm ed ha consentito una efficace ricontestualizzazione dei dipinti, riportando gli strati pittorici dello strato di Martino I e l'intonaco bianco sottostante al livello di quelli circostanti ancora in situ (figg. 14-21).





Figg. 14 – 17. I pannelli del pilastro di destra prima, durante il montaggio e a lavoro completo



Figg. 18 – 21. Il pannello del pilastro di sinistra, prima, durante lo smontaggio e a lavoro completo.

L'angelo annunciante di Giovanni VII, (705-707) già staccato dalla sottostante annunciazione di Martino I

Durante la rimozione del supporto da sostituire, anch'esso in ferro e cemento, si capì rapidamente che gli strati originali sottostanti erano diversi da quelli dei dipinti già trattati. Infatti, essendo questo staccato da una precedente fase pittorica, l'angelo annunciante dell'annunciazione di Martino I che è sul pilastro sinistro della navata, l'intonaco che non aveva aderito all'interno delle spicchettature aveva una superficie molto liscia, controformata sulla pittura precedente. Se questo costituiva un vantaggio, perché la separazione dal cemento era più semplice, un'attenta osservazione mostrò, pur nella polvere generata dal disco abrasivo, delle inaspettate pennellate di colore (fig. 22). Si capì dunque che al momento dello stacco dell'angelo di Giovanni VII si era prodotto un involontario strappo di parte della pellicola pittorica del sottostante angelo di Martino I, visibile al negativo sull'intonaco liberato dal cemento. Si decise di provare a rendere visibili anche tali tracce pittoriche (figg. 23 e 24).

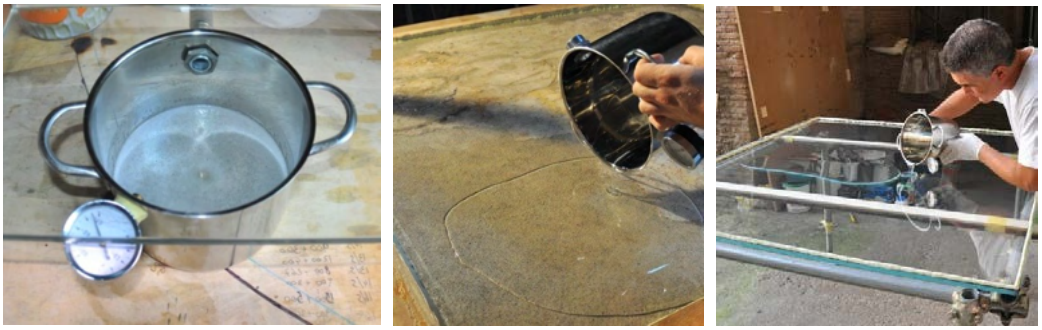
Una sperimentazione consentì di individuare i materiali idonei e procedure sicure e reversibili per incollare il dipinto su una lastra di vetro. Come adesivo e raccordo ottico tra la superficie irregolare dell'affresco e la lastra di vetro è stata scelta una resina epossidica normalmente impiegata come adesivo per il vetro[ix], per le sue caratteristiche ottiche e per la notevole stabilità cromatica nel tempo. La sperimentazione comportò la realizzazione di un modello in malta dipinta, realizzata sul calco della superficie originale, per provare l'intera sequenza di operazioni incluso l'incollaggio su lastra di vetro ed il successivo distacco[x]. Infiltrazioni di ligroina riuscirono a sciogliere lo strato di intervento in Paraloid B67 e la separazione del modello dalla controforma in resina sul vetro fu possibile senza incidenti dimostrando la reversibilità del metodo.
La metodologia impiegata è concettualmente piuttosto semplice: la faccia posteriore del dipinto è stata protetta con uno strato di reversibilità trasparente e capace di sigillare la malta per evitare ogni infiltrazione di resina epossidica, realizzato con il consueto Paraloid B67 (fig. 24); è stato costruito uno strato di livellamento delle irregolarità della malta con la resina epossidica, poi incollato sulla lastra di vetro con la stessa resina rovesciando l'affresco tra due piani rigidi. Per evitare di inglobare particolato estraneo, si è costruito intorno all'affresco un ambiente pulito: una tenda in plastica con un solo accesso, il cui interno poteva essere accuratamente spolverato prima di ogni applicazione di resina.



Figg. 22 – 24. Strati di Martino I sotto lo strato di cemento e dopo la stuccatura; lo strato d'intervento in Paraloid B67

Due eventi dovevano essere evitati a tutti i costi. Il primo, che avrebbe comportato un danno permanente al dipinto, era l'eventualità di un'infiltrazione nell'affresco della resina epossidica, che è molto fluida ed ha un tempo di gelificazione lungo. Lo strato di Paraloid B67 doveva essere abbastanza spesso e steso in modo estremamente accurato, evitando però la formazione di bolle d'aria tra la resina acrilica e la malta. Applicato in 5 mani a pennello dopo la completa essiccazione della precedente, con un pennellino da ritocco sono poi state colmate tutte le fessure, benché minime, e le porosità residue della malta, anche qui in molti passaggi successivi. Almeno tre persone hanno verificato la procedura, a più riprese. Quando il risultato sembrava soddisfacente, si fece una prima stesura di resina epossidica avendo cura di metterne un quantitativo minimo, appena sufficiente a bagnare lo strato di resina acrilica e quindi sigillarlo definitivamente ad avvenuto indurimento.

Il secondo rischio era la formazione di bolle d'aria nello spessore della resina, che avrebbe dovuto funzionare come una prosecuzione della lastra di vetro. A questo scopo si è impiegato un degasatore, un contenitore stagno da portare sottovuoto per favorire l'estrazione dell'aria e dei gas contenuti all'interno della resina, in cui sono stati trattati quantitativi relativamente piccoli (fino ad un massimo di ca. 1000 g) dei due componenti già accuratamente miscelati. Il tempo necessario per l'estrazione era piuttosto lungo, perché per completare l'operazione è stato necessario compiere numerosi cicli alternando un vuoto pressoché completo (-0,94 bar), che causava una vera e propria effervescenza (fig. 25), alla pressione atmosferica. L'alternanza consentiva di rompere le bollicine che diminuivano progressivamente all'interfaccia tra resina e aria, fino a scomparire quasi del tutto dopo circa 1 ora.



Figg. 25 – 27. Degasatore durante l'effervescenza; regolarizzazione dell'intonaco; la striscia centrale di resina sul vetro

Le gettate di livellamento dovevano colmare fino a 10 mm di dislivello tra le creste dell'intonaco che aveva colmato le spicchettature nell'affresco di Martino I e la superfice più regolare che si era controformata sulla pellicola pittorica. Essendo la superficie complessiva pari a circa 2 m quadri, è stato necessario procedere per colate successive di quantitativi limitati in modo da evitare il surriscaldamento della resina, che polimerizza con una reazione esotermica ed è dunque preferibile non superare lo spessore di 1 o 2 mm per consentire di disperdere il calore attraverso la superfice libera (fig. 26). Ogni stesura doveva essere fatta dopo la polimerizzazione completa della precedente, per cui sono state fatte nell'arco di un mese e dopo ciascuna si controllava che non si fossero create bolle d'aria nella resina, che bastava rompere con un utensile appuntito sotto la superficie della colata ancora fresca.



Figg. 28 – 31. Controllo della distribuzione della resina; inserimento con catetere; il pannello montato su cerniera

La lastra di vetro pesa ca. 60 kg, per cui è stata posizionata su una struttura in tubi metallici da ponteggi. Sul perimetro è stata costruita una diga in silicone plasmabile alta circa 2 centimetri per contenere la resina durante l'incollaggio dell'affresco. Questo è stato sospeso sopra il vetro con una struttura in alluminio fatta passare all'interno di tasche in tela fissate sulla velinatura di protezione, dopo aver colato una piccola quantità di resina degasata nella parte centrale (fig. 27). Per evitare di intrappolare bolle d'aria in questa fase delicata del processo, si è deciso di sfruttare la leggera flessibilità dell'affresco, che è stato piegato leggermente verso l'alto nelle ali laterali e fatto entrare in contatto con la resina solo nella striscia mediana. La resina è stata infiltrata con cateteri medicali, sempre dal centro verso le ali, facendo scendere gradualmente l'affresco man mano che lo spazio veniva colmato (figg. 28 e 29). Alcune bolle accidentalmente create nelle movimentazioni sono state aspirate con lo stesso sistema. Per ridurre al minimo indispensabile la quantità di resina impiegata per l'adesione, l'affresco è stato spinto verso la lastra di vetro con morsetti sulle traverse temporanee, piccoli cunei e pesi. Il vetro è stato fissato su un telaio in acciaio inossidabile verniciato a polveri epossidiche, con una cerniera che permette di vedere entrambi i lati.

Conclusioni e gruppo di lavoro

L'intervento di ricontestualizzazione degli affreschi di Santa Maria Antiqua si è basato sulle esperienze pregresse, ma ha avuto la specificità di consentire una riflessione articolata e strutturata, su un gruppo di dipinti staccati di grandissimo interesse.
L'efficacia della ricontestualizzazione è legata alla flessibilità di costruzione ed allo spessore del supporto, perché sia possibile restare nello spessore dell'intonaco originale. Anche lo strato d'intervento gioca un ruolo in questo senso perché affidando la reversibilità ad una sua caratteristica meccanica, dunque di fatto alla ripetizione delle procedure di stacco con modalità semplificate e con maggiore sicurezza, lo spessore richiesto è rilevante.
Un progetto dunque che ha permesso di avanzare nella consapevolezza delle possibilità della realizzazione di supporti sottili, e che è stato alla base di lavori successivi in cui la progettazione è stata fatta interamente sulla base di scansioni 3D e modellazione digitale.
L'intervento sui supporti dei dipinti staccati di Santa Maria Antiqua è stato commissionato da Werner Mathias Schmid nell'ambito di un progetto finanziato dal World Monument Fund e dalla Soprintendenza Archeologica di Roma, con la direzione dei lavori dell'architetto Giuseppe Morganti. Il lavoro è stato progettato ed eseguito con la partecipazione dello stesso Werner Mathias Schmid. Collaboratori: Claudia Berlini, Laura Bianchi, Roberto De Sio, Daniela Di Benedetto, Alessio Gazzola, Hisato Hashizume, Olivier Verheyden dell'ESA S. Luc di Liegi.

Bibliografia

- Bergeaud, C., Serino, C., Iaccarino Idelson, A., "Aspasie. Un remarouflage inedit", in Le plafond de Mercure, Salon des Nobles de la Reine, Château de Versailles, histoire d'une restauration. Edition Spéciale de Connaissance des Arts, novembre 2003.
- Rava, A., Fratini, F., Iaccarino Idelson, A., Serino, C., Pagella, E. "Restauro dei mosaici del Duomo di Acqui, conservati nel Museo Civico di Arte Antica, Palazzo Madama, Torino". Atti del Congresso dell'IIC-IG, Genova Palazzo Reale 27-29 Settembre 2004.
- Iaccarino Idelson, A., Serino, C., "La realizzazione dei supporti in carbonio per le volte crollate della basilica superiore di Assisi". In: Atti del nono Congresso Nazionale dell'IIC-IG, Cosenza 2011.
- Andaloro, M., Bordi, G., Morganti, G., a cura di, "Santa Maria Antiqua tra Roma e Bisanzio", Electa, Milano 2016.
- Schmid, W. M., "Il restauro dei dipinti murali altomedievali e delle altre superfici architettoniche di Santa Maria Antiqua" in: Andaloro, M., Bordi, G., Morganti, G., a cura di, "Santa Maria Antiqua tra Roma e Bisanzio", Electa, Milano 2016.

[i] Informazioni sul monumento e sull'intero progetto di recupero sono presenti nel volume del 2016 "Santa Maria Antiqua tra Roma e Bisanzio" Si veda in particolare l'articolo di W. M. Schmid, in cui sono descritte le principali fasi del restauro degli affreschi ma non l'intervento sui supporti.
[ii] Cemento e rete metallica come strati di supporto per l'intonaco sono poco resistenti a flessione, quindi il loro uso richiedeva la struttura e lo spessore di telai di supporto in acciaio.
[iii] Procedimento usato ad esempio per la costruzione dei supporti dei mosaici Acqui (in bibliografia).
[iv] realizzato con almeno tre mani a pennello di resina al 20%, sciolta in ligroina o in acetone
[v] Già usata per il dipinto marouflato di Aspasie al Castello di Versailles (in bibliografia). Il metodo è adattato dalle proposte in V. R. Mehra, "Cold lining and its scope: some case histories", in Preprints ICOM CC triennial meeting, Copenhagen 1984.
[vi] Tessuto twill in carbonio 12K da 416 g/mq, con resina Raku-tool EL-2200 / EH-2900 della Rampf.
[vii] L'Aquazol è stato introdotto nel mondo del restauro italiano da Richard Wolbers nel congresso Cesmar 7 del 2006 a Milano, dunque pochi anni prima dell'inizio del lavoro, e fino a quel momento nessuna esperienza di colleghi, o articolo, descriveva questa sua caratteristica, che può diventare pericolosa ove lo si usi come adesivo permanente e non temporaneo.
[viii] Tessuto sottile e fitto in nylon dalla scarsa adesione all'epossidica. Strappato dalla superficie del manufatto rompe la pelle esterna dell'epossidica polimerizzata permettendo di eliminare le scorie e di creare una interfaccia ruvida per l'adesione.
[ix] HXTAL NYL-1 acquistata direttamente da His Glassworks, Inc., North Carolina USA, perché ne sono serviti 25 kg.
[x] Il modello aveva dimensioni significative, ca. 50 cm di lato.

DIETRO LA SCENA: IL RESTAURO DEL SIPARIO STORICO DEL TEATRO MASSIMO DI PALERMO

Roberta Civiletto*, Carlo Vivirito, Belinda Giambra***, Raffaele Ajovalasit****,Christian Lanni*****

*Restauratrice dei Beni Culturali, Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo, via Garibaldi 41, 90133, 3333253133, roberta.civiletto@libero.it.
**Architetto, Soprintendenza BB.CC.AA. di Palermo, via Garibaldi 41, 90133, Palermo, 3927851643, carlovivirito@gmail.com.
*** Restauratrice dei Beni Culturali, RestaurArte, Via Galletti n. 2, 93017, San Cataldo (CL), 328465219, info@belindagiambra.it.,
**** Vice Capo Reparto Scenografia, Fondazione Teatro Massimo di Palermo, piazza Giuseppe Verdi, 90138, Palermo, 3476225260, raffaele.ajovalasit@libero.it,
***** Capo Reparto Scenografia, Fondazione Teatro Massimo di Palermo, piazza Giuseppe Verdi, 90138, Palermo,3494557867, christianlanni@virgilio.it

Abstract

Il restauro del Sipario storico del teatro Massimo di Palermo ha avuto l'obiettivo non solo di restituire la maestosa opera alla fruizione collettiva ma anche di ripristinarne la sua funzionalità permettendone il ritorno all'originaria collocazione. Le particolari caratteristiche dimensionali e conservative del bene, insieme ad una serie di problematiche tecniche e normative connesse alla legislazione sulla sicurezza dei teatri, nonché gli aspetti di ordine economico, hanno determinato la messa a punto di una progettazione minuziosa, l'applicazione di una serie di azioni metodologiche sperimentali, che hanno anche visto l'impiego di tecnologie digitali, tali da configurare l'intervento come un possibile modello di riferimento esportabile ad altri casi di restauro analoghi a questo. Una strategia di interazioni e coordinamenti tra due istituzioni: la Soprintendenza dei Beni Culturali e Ambientali di Palermo e la Fondazione del Teatro Massimo della stessa città, con l'importante contributo di uno sponsor privato, hanno, inoltre, reso ottimale l'intervento. La confluenza di apporti da parte di più professionisti all'interno di un *team* con diversi livelli di responsabilità e competenze - personale della Soprintendenza, tecnici del teatro, restauratori specializzati - ha certamente concorso nell'applicare un concetto di restauro più esteso, multidisciplinare e contemporaneo. Il Sipario storico è un'opera monumentale con una superficie di circa 180 mq, realizzata con pittura a tempera su tela di lino, raffigurante *L'uscita di Ruggero I Re di Sicilia dal Palazzo Reale di Palermo*, firmata dal pittore Giuseppe Sciuti e datata 1895. Dopo un uso ininterrotto dal momento della sua collocazione, avvenuta per l'inaugurazione del Teatro Massimo, con la prima del Falstaff di Giuseppe Verdi il 16 maggio1897, la grande tela fu dismessa nel 1974, anno della temporanea chiusura dell'edificio per restauri, e conservata nei laboratori di scenografia del teatro. Il supporto è costituito da due grandi teli, posti verticalmente, giuntati a cucito lungo l'asse mediano. Il Sipario era privo sia dell'originale sistema di vincolo superiore, sia della sacca orizzontale inferiore utile per l'inserimento di uno stangone di contrappeso. Lo stress meccanico causato dal prolungato impiego, la tecnica pittorica, insieme alle semplicistiche operazioni di manutenzione nel corso degli anni, hanno dato origine a diverse tipologie di degrado quali lacune, tagli, strappi, macchie, deformazioni, nonché la sovrapposizione di nuovi materiali. Il complesso stato di fatto dell'opera ha richiesto ed indirizzato la modalità operativa più idonea al suo recupero e al ripristino d'uso. L'elaborazione del progetto di restauro ha tenuto in gran conto la salvaguardia degli elementi di originalità del bene e la scelta di materiali affini a quelli costitutivi dell'opera, da ricollocare nel suo contesto storico. L'impiego della tecnologia digitale e della modellazione 3D applicati al bene culturale hanno contributo nella valutazione di scelte e soluzioni adottate. Il rilievo della torre scenica, del palcoscenico e del sipario storico è stato eseguito con laser scanner e fotocamera digitale a 24 Mp, con l'intento di replicare l'esistente nel mondo digitale e agevolarne lo studio, l'analisi e di simulare, attraverso la modellazione e l'animazione, il comportamento del sipario e la sua integrazione nell'arco scenico. Tale approccio ha anche consentito di prefigurare gli aspetti concernenti il riuso del bene e la sua fruizione, in un contesto oltre che storico anche fulcro della vita culturale della collettività pertanto esposto a rischi antropici e di incendio. Oltre al consueto consolidamento della pellicola pittorica, alla pulitura localizzata della superficie, e alla messa in forma, si è studiato un sistema sperimentale di "foderatura totale" mediante l'applicazione di una tela ignifuga ancorata al telo originale grazie all'alternanza di punti di cucitura utilizzati nel restauro tessile e di micro-fettucce di adesivo sintetico in film. La presentazione estetica è stata, infine, affidata all'uso di pastelli che proprio per le loro caratteristiche intrinseche hanno restituito profondità e respiro alla rappresentazione. Tutte le operazioni condotte sono state un momento prezioso di conoscenza del manufatto e di studio della sua tecnica di esecuzione, grazie anche alla diagnostica preliminare e alle analisi chimico/fisiche, dando la possibilità di definirne i caratteri tecnici e materici. Per la particolarità di questa tipologia di beni, il restauro dei sipari storici richiede scelte operative piuttosto complesse, che generalmente si differenziano dalla prassi comune del restauro dei dipinti su tela. Ad oggi pochi sono gli esempi

con i quali confrontarsi e non esistono modalità operative consolidate. Per questo si ritiene che il presente restauro sia da considerarsi un punto di partenza per successivi approfondimenti sul tema.

Introduzione

Il Sipario storico del Teatro Massimo di Palermo è un'opera monumentale di circa 180 mq, realizzata con pittura a tempera su tela in fibra vegetale, raffigurante *L'uscita di Ruggero I Re di Sicilia dal Palazzo Reale di Palermo*. Firmato dal pittore Giuseppe Sciuti (1834 -1911), datato 1895, il telo venne commissionato nel 1893 da Ernesto Basile **[1]**, al quale fu affidata la direzione dei lavori di edificazione del Teatro Massimo dopo la morte del padre, Giovan Battista Filippo Basile che ne fu il progettista. Assecondando la sua volontà, Ernesto volle assicurare l'aspetto monumentale del Sipario come stabilito dall'idea progettuale, richiedendo che la raffigurazione si intonasse con la ricchezza decorativa e lo stile della Sala degli Spettacoli. La grande tela, utilizzata dal momento dell'inaugurazione del Teatro, avvenuta il 16 maggio 1897 con il Falstaff di Giuseppe Verdi, fino al 1974 quando, a causa dei lavori di manutenzione dell'edificio e per rispondere alle esigenze normative di sicurezza dell'intero Teatro, fu dismessa e conservata presso i laboratori dello stesso fino al suo restauro. Giuseppe Sciuti, originario di Zafferana Etnea (CT), apprese la tecnica scenografica frequentando da ragazzo lo studio dello scenografo Giuseppe De Stefani, apprendistato che diede un *imprinting* determinante per i successivi sviluppi del suo stile pittorico. Divenne poi allievo di Giuseppe Gandolfo, noto ritrattista catanese, e completò la sua formazione a Firenze e a Napoli dove entrò a far parte del gruppo di Domenico Morelli, diventando uno dei massimi esponenti del realismo siciliano **[2]**. La sua ricerca artistica si orientò verso una pittura storica in chiave celebrativa e idealistica. L'iniziale esperienza nell'ambito scenografico gli fece acquisire grande abilità nella ricostruzione di scene di massa, vaste ambientazioni e la lavorazione su maestose dimensioni, come dimostrano alcune delle sue opere da cavalletto. Tale attitudine è inoltre confermata dalla sua collaborazione all'esecuzione del sipario del teatro Verdi di Salerno, di Domenico Morelli, avente come soggetto *La cacciata dei saraceni* ad opera dei Normanni, del 1872, per il quale Sciuti dipinse tutti i gruppi di figure, e la realizzazione del sipario del teatro Massimo Bellini di Catania, nel 1883, raffigurante *Il trionfo dei catanesi sui Libici*. Per il Sipario palermitano Sciuti scelse un soggetto storico traendo ispirazione dalle opere letterarie di Michele Amari: *Biblioteca Arabo-Sicula* e *Storia dei musulmani di Sicilia*, mentre la scelta di esaltare i fasti della corte normanna a Palermo aveva l'intento di rappresentare emblematicamente il periodo politico d'oro della storia siciliana collegata, inoltre, con un probabile richiamo allegorico, tra passato e presente, alla ricchezza e alla floridità che il capoluogo viveva a quel tempo **[3]**. Il grande dipinto ha un'articolata composizione che enfatizza la spazialità della scena, in una Palermo ideale con architetture normanne, gruppi di figure distribuiti su più piani prospettici sapientemente illuminati. L'artista colloca sullo sfondo un edificio caratterizzato da volumi geometrici, sormontato da cupole color porpora e ritmato da arcate, che evocano l'originario aspetto del Palazzo Reale di Palermo. Dal maestoso edificio, oltre il quale si scorge il paesaggio della Conca d'Oro, esce un folto corteo di uomini a cavallo nel quale si distingue Ruggero I re di Sicilia, posto quasi al centro, in una posizione che corrisponde al punto di vista privilegiato dello spettatore del palco reale. In primo piano, una serrata cortina di persone, descritte con grande perizia e marcata espressività, assiste all'evento. La folla animata si spinge fino al primissimo piano dove giochi di ombre e luci, e una grande quinta definita da una costruzione di stampo classicheggiante, guidano l'osservatore a fissare lo sguardo sul re e la sua scorta di cavalieri ma al contempo tendono a creare la percezione di una naturale fusione tra il pubblico della platea e quello ideale del dipinto che assiste alla parata di Ruggero I. Non stupisce che la realizzazione di quest'opera sia stata affidata ad un pittore e non ad uno scenografo. In realtà i sipari di "gala", ritenuti dei veri e propri *abiti del teatro*, nascevano come grandi opere pittoriche che completavano l'architettura, inoltre, la loro funzione non era legata allo spettacolo vero e proprio bensì all'intrattenimento del pubblico mediante la raffigurazione di scene di genere o a tema storico, che potevano essere ammirate prima delle rappresentazioni. La figura di un pittore tra quelli più in voga al momento, abituato a realizzare quadri di svariato soggetto, risultava essere allora la professionalità più idonea a svolgere tale impegnativo compito **[4]**. È, tuttavia, interessante notare come ancora oggi le modalità di esecuzione di grandi scenografie teatrali siano simili a quelle impiegate nei sipari storici, difatti il *modus operandi* degli odierni scenografi mantiene in buona parte quello del XIX secolo. Operazioni quali: la stesura di un *primer* di colla animale, l'utilizzo di apposite righe e squadre, l'impiego della quadrettatura, di particolari chiodi per il fissaggio della tela al piano di lavoro nonché la realizzazione di bozzetti preliminari da ingrandire in scala, non hanno subito nel tempo alcuna variazione andando a costituire piuttosto un vero e proprio canone di riferimento metodologico. A riprova di ciò è documentato che Sciuti realizzò ben due bozzetti del Sipario storico, uno dei quali definitivo, approvato dalla commissione comunale **[5]**, e che da questo furono riprodotte incisioni per la stampa divulgativa **[6].** Per ogni restauratore il momento della conoscenza dell'opera e della sua tecnica di esecuzione è una fase imprescindibile e di fondamentale importanza che permette, oltre a definirne i caratteri tecnici e materici di questa, di guidare le modalità conservative o di restauro più idonee. Oltretutto per la particolarità di tale tipologia di beni, il restauro dei sipari storici richiede scelte operative piuttosto complesse, che generalmente si differenziano dalla prassi comune del restauro dei dipinti su supporto tessile. Ad oggi pochi

sono gli esempi con i quali confrontarsi e, in generale, non esistono modalità operative consolidate. Per questo si ritiene che il presente restauro sia da considerarsi un punto di partenza per successive sperimentazioni e approfondimenti sul tema.

Il progetto di restauro

Il restauro dell'opera ha messo in pratica la sinergia tra pubblico e privato: la Soprintendenza dei Beni Culturali e Ambientali di Palermo e il Teatro Massimo della stessa città, per la parte pubblica, e la compagnia aerea Volotea, che ha finanziato l'iniziativa, per quella privata. Questa filosofia di cooperazione ha trovato piena concretezza nell'integrazione di momenti ed attività, distinti per competenze, finalizzati al restauro conservativo ed al successivo riuso del sipario storico. Come disposto dalla "Convenzione tra i due Enti pubblici", il progetto di restauro è stato redatto dalla dott.ssa R. Civiletto e dall'architetto C. Vivirito, entrambi della Soprintendenza dei Beni Culturali di Palermo diretta dall'architetto L. Bellanca, che hanno seguito lo sviluppo dell'iniziativa nella direzione dei lavori. Le fasi propedeutiche e finali, legate alla cantierizzazione e alla ricollocazione del manufatto sono state invece curate dal Teatro Massimo, in particolare dal Prof. R. Milan, Prof. C. Lanni e dal Prof. R. Ajovalasit. Nello specifico l'ente teatrale ha messo a disposizione i grandi laboratori di scenografia, idonei ad ospitare l'intero intervento, dove si trovavano già attrezzature utili per il cantiere di restauro, e parte del personale altamente specializzato nella disciplina della scenotecnica, fondamentale per le operazioni finali di ricollocazione del telone nel palcoscenico. Tale collaborazione di energie, oltre a favorire la buona riuscita dell'intervento, ha inciso in maniera significativa nell'economia dei costi determinandone una marcata riduzione. Dopo la ricerca storica e un'accurata campagna di documentazione fotografica, tra le indagini preliminari al restauro, il progetto ha previsto in primo luogo una mappatura digitale dei materiali e degli stati di alterazione, con classificazione e schedatura relativa, mediante colori CMYK per indicare l'individuazione e la quantificazione delle differenti tipologie di materiale e delle loro alterazioni. La diagnostica per immagini ha, inoltre, previsto anche l'osservazione con microscopio elettronico a scansione, finalizzata alla caratterizzazione elementare, con relativa interpretazione dei risultati ottenuti dalla documentazione fotografica e dagli spettri in fluorescenza X, dalle riprese fotografiche in UV riflesso, con emulsione fotografica in B/N ad elevato contrasto, elevata emissione di UV e bassa componente visibile. La ripresa macrofotografica di dettaglio, con strumentazione digitale tipo Dinolite, è stata inclusa a completamento di questa fase a cui era integrata una successiva serie di analisi in laboratorio dei materiali: analisi chimiche-fisiche da effettuate come test preliminare per la conoscenza degli elementi utilizzati sia per il supporto tessile, relativamente alla composizione delle fibre, sia dei pigmenti e dei medium, anche per testare la resistenza dei colori alla pulitura. Sono state previste, infine, analisi microbiologiche a fresco per il riconoscimento delle sostanze biologiche presenti oltre alla relativa interpretazione dei risultati e documentazione fotografica a colori. Nell'ambito del progetto una grande attenzione è stata rivolta al rilievo geometrico del teatro Massimo, in particolare della torre scenica/platea e del sipario storico, da eseguire con laser scanner integrato da fotocamera 24 Mp, e successiva elaborazione della nuvola dei punti dal quale ricavare ortofoto e modello 3D (gemello digitale), con l'intento di studiare l'inserimento del sipario storico nel palcoscenico. L'approntamento del cantiere è stato oggetto di particolare riflessione a causa delle grandi dimensioni del sipario e della modalità di intervento più opportune per agevolare le operazioni di restauro in sicurezza. A tal proposito è stata pensata una superficie di lavorazione da porre sul piano pavimentale da realizzare con telo traspirante antipolvere, sulla quale i tecnici del Teatro avrebbero provveduto a sistemare travi reticolari di acciaio, su basi adeguate, al fine di definire una superficie in sospensione, idonea a consentire lo svolgimento delle azioni conservative direttamente sull'opera ma preservandola. Si è, inoltre, prevista la realizzazione di una griglia di riferimento per le varie fasi di lavorazione allo scopo di delimitare l'intera superficie tessile in porzioni modulari, così facilitare le varie fasi di lavoro, da eseguire con listelli di legno opportunamente ancorati sui quali fissare un cordoncino di nylon disposto in modo da formare una maglia quadrata di mt.1,00x1,00. Le successive macro fasi operative hanno seguito la seguente programmazione: trattamento per l'aspirazione polveri, rimozione degli antichi restauri, preconsolidamento della superficie pittorica, pulitura di gore e macchie, ortogonalizzazione delle fibre, il consolidamento della struttura tessile, la protezione superficiale e degli strati pittorici e la predisposizione per l'ostensione, il tutto secondo un cronoprogramma molto stringato (90 giorni), condizionato dai tempi di riapertura della stagione teatrale, tappa che si intendeva rispettare per la presentazione del sipario al pubblico in occasione della prima della "*Turandot*" che ha aperto la stagione 2019.

Tecnica esecutiva

Il Sipario storico presenta una dimensione straordinaria, ottenuta mediante la giunzione di due teli, anch'essi eccezionalmente ampi. Questi, infatti, posti con orientamento verticale, ossia secondo il verso dell'ordito, sono giuntati al centro, lungo le cimose combacianti, per mezzo di una cucitura a *punto indietro*, e misurano entrambi 13 metri di altezza e 7,14 metri di larghezza, inclusa la cimosa che è di circa 1 cm per lato. Il filato che

costituisce l'intreccio tessile dei due teli è lo stesso sia per la trama sia per l'ordito, mentre la tessitura ha armatura tela con riduzione 14 (trame) e 11 (orditi) per centimetro quadrato (fig. 1a). L'osservazione allo stereo-microscopio a luce riflessa con differente ingrandimento del campione di trama ha permesso di stabilire che i fili presentano un diametro di quasi un millimetro, con torsione a destra di tipo 'Z', e che mostrano una colorazione bruna, dovuta probabilmente all'impregnazione di sostanze organiche utilizzate come impermeabilizzante e applicate su di esse al fine di predisporre la superficie ad accogliere la pittura. L'osservazione allo stereo microscopio a luce polarizzata, ha evidenziato i caratteri diagnostici tipici delle fibre di *Linum usitatissimum*, lino grezzo o grossolano, sia per l'ordito sia per la trama (fig.1 d-g). La tecnica di realizzazione dei sipari tiene conto delle esigenze logistiche e della funzione pratica, apportando così alcune modifiche alla pratica pittorica tradizionale della pittura su tela. Pertanto, si realizzano sottili ed elastici appretti e si riducono gli spessori degli impasti cromatici avvicinandosi quasi all'arte tintoria più che alla vera e propria pittura su supporto tessile Anche per quanto riguarda il nostro, si è notato, infatti, che la pellicola pittorica ha sostanzialmente una stesura fluida, data con pennellata sottile, fatta eccezione per l'area superiore del dipinto che rappresenta il cielo, ciò a causa della maggiore granulometria dei pigmenti che costituiscono le varie gradazioni del colore ceruleo. Al fine di identificare meglio tutte le sostanze e la loro localizzazione sono state effettuate delle analisi micro-stratigrafiche su preparato allestito in sezione lucida, test microchimici ed istochimici (fig.1c). Queste analisi incrociate all'indagine fotografica a luce visibile, a incidenza radente e a fluorescenza infrarossa, hanno permesso di definire le modalità di esecuzione del manufatto. Il supporto in tela di lino, già cucito, è stato ancorato al pavimento per mezzo di chiodi (*brocchette)* e squadrato con la classica quadrettatura che ha permesso di riprodurre in scala ampliata il disegno del bozzetto realizzato in precedenza. Vista l'eccezionale dimensione del dipinto, la quadrettatura era munita lungo i margini laterali, di una numerazione crescente dal basso verso l'alto. In seguito alle indagini a fluorescenza infrarossa si è potuto constatare che il disegno preparatorio è un preciso progetto grafico che purtuttavia mostra piccoli ripensamenti apportati in corso d'opera (fig. 2). Dopo l'esecuzione della traccia grafica il supporto è stato trattato con la stesura di una base: uno strato dal tono rosato, ottenuto miscelando ad un medium proteico, ematite, un bianco di sintesi (bianco di zinco), giallo artificiale e nero di carbone. Si è rintracciata anche la presenza di uno strato preparatorio di colore bianco grigiastro creato da una miscela di 'gesso' stemperato con un legante proteico riferibile a colla animale (Fig.1 b). Sullo strato preparatorio si sovrappone la pellicola pittorica risolta in più strati, più o meno densi, con una ricca tavolozza figlia del suo tempo (Fig.1 e-f-h-i). Dalle indagini a campione svolte sulle polveri del sipario, appare evidente l'uso sia dei moderni colori industriali, sia dalle antichi pigmenti naturali: il giallo limone (detto anche giallo di stronzio:, il blu di Prussia, ma anche biacca, bianco di zinco, massicot e/o minio, ematite, verdi a base di rame, terre, terra verde, ocre e pigmenti derivanti dalla loro purificazione e calcificazione (come ad esempio i colori di Marte), vermiglione, bianco e nero d'ossa, ed anche gesso biidrato, utilizzato non tanto come carica inerte, ma per schiarire le tinte. È stata rilevata anche la presenza di coloranti quali ad esempio la lacca rosa.

Stato di conservazione e interventi precedenti

Le principali cause di degrado che si registrano a carico dei sipari storici sono imputabili principalmente al loro impiego, che li sottopone a continua movimentazione e a conseguente stress meccanico. Per poter comunque stilare alcune considerazioni sostanziali sulle precise morfologie di degrado è necessario analizzare con particolare attenzione anche la loro storia conservativa. Nel nostro caso il supporto tessile del Sipario storico di Giuseppe Sciuti, presentava in generale un discreto stato di conservazione. Il tessuto non manifestava, infatti, evidenti segni di deformazione strutturale, depolimerizzazione delle fibre, fragilità o un eccessivo irrigidimento, né presenza di pieghe nette, pur tuttavia la reiterata funzione scenica, unitamente alle condizioni microclimatiche del luogo di deposito, non del tutto ottimali per la salute del manufatto, ne avevano favorito il deterioramento. L'attenzione verso tale bene ha comunque spinto più volte anche in passato ad iniziative volte alla sua conservazione, applicate sia quando era in funzione sia dopo. Risale al 1988, per l'imminente riapertura del teatro, un intervento di manutenzione, documentato e custodito negli archivi del Teatro, ad opera del professore Carlo Savi, scenografo e costumista, in quegli anni presente proprio al Teatro Massimo di Palermo. A lui si devono i numerosi tentativi di consolidamento e ritocco pittorico che, sebbene non svolti con l'approccio scientifico pertinenti alla disciplina del restauro, ne hanno tuttavia rallentato il deterioramento**[7]**. Il verso dell'opera presentava una sorta di *foderatura* costituita da più teli accostati di *tarlatana*, detta anche *cencio della nonna*. Il Sipario era privo del suo originario margine superiore che appariva resecato lungo tutta la sua estensione; tale operazione è stata probabilmente eseguita allo scopo di regolarizzare il bordo dopo lo smontaggio e favorire l'arrotolamento dell'opera sull'apposito rullo ligneo realizzato per la custodia. Il tessuto mostrava diffusi tagli e fori di piccola entità, soprattutto lungo il margine superiore, mentre sul profilo laterale sinistro erano visibili due grandi lacerazioni: una con andamento verticale, in corrispondenza della raffigurazione del drappo rosso posto sulla balaustra, un'altra più ampia, con sviluppo ad angolo retto, in coincidenza di una figura femminile appoggiata sul parapetto. In queste ultime si evidenziava un intervento precedente, effettuato mediante cucitura ad ago, dal recto, attraverso una grossolana serie di punti *strega*, e l'inserimento, dal verso, di

due grandi toppe in tessuto, fissate per mezzo di un adesivo di natura vinilica. Stessa fenomenologia di degrado è stata riscontrata su altri piccoli strappi, ad esempio quello posto sulla veste blu del personaggio in primo piano, sulla sinistra, sulla barba del personaggio *moro* in primo piano e un'altra ancora in prossimità del suolo, nell'area centrale. Su tutta la superficie tessile erano presenti, inoltre, delle macchie di umidità, ampie *gore*, a margine irregolare sfrangiato, causate dalla presenza persistente di acqua in forma libera sul sipario. Queste, si individuavano in maggior misura sulla zona superiore, in corrispondenza della campitura del cielo, e seguivano un andamento orizzontale lungo tutta la larghezza del sipario, a distanza cadenzata. Ancora, lungo il margine sinistro, in alto, erano visibili quattro grandi macchie di natura oleosa, probabilmente derivate da eventi accidentali, verosimilmente ascrivibili a sostanze lubrificanti delle macchine di scena. Nella porzione in alto a destra, in corrispondenza del cielo, era evidente una lunga macchia oleosa che per metà era stata ritoccata in un intervento precedente. Il ritocco, realizzato con colori a tempera, si estendeva esclusivamente lungo la zona che, quando il sipario era in posizione verticale, rimaneva visibile oltre il grande *arlecchino* (balza tessile che costituisce l'incorniciatura superiore del boccascena) di velluto rosso. Il tessuto, invece, si presentava irrigidito dagli spessi strati di deposito superficiale incoerente che veniva catturato e trattenuto dalla naturale ruvidità della superficie. La periodica manutenzione del bene, come tradizionalmente avveniva per altre scenografie, prevedeva anche operazioni di pulitura delle superfici dipinte, che venivano realizzate con segatura inumidita passata sulla parte per mezzo di scope. Tale prassi ha di fatto lasciato dei segni irreversibili sulla superficie andando a provocare diffuse abrasioni e graffi. Il manufatto mostrava poi ampie lacune pittoriche corrispondenti alla rappresentazione del cielo.

Oggetto specifico dell'intervento

Una volta terminate tutte le operazioni propedeutiche al restauro, si è passati alla fase operativa vera e propria. Questa, è stata realizzata rispettando i principi di riconoscibilità, reversibilità, compatibilità, nel pieno rispetto dell'opera d'arte oggetto di intervento. Una particolare attenzione è stata posta nei riguardi del successivo ricollocamento del Sipario nella sua sistemazione originaria, andando a prevedere un intervento che, seppur volto a rimettere l'opera in uso, non ledesse in alcun modo all'integrità della materia originale. Come prima operazione è stata effettuata la spolveratura, sia del verso sia del recto, che ha permesso la rimozione dei depositi pulverulenti incoerenti e quindi non concrezionati. Date le estese dimensioni dell'opera, la spolveratura del verso è stata compiuta in fase di srotolamento con aspiratori muniti di filtri e piccole spazzole, mentre quella del recto è stata eseguita con l'ausilio di pennelli a setola morbida e spazzolini. Una volta rimosso il deposito superficiale, si è passati al ristabilimento dell'adesione della coesione della pellicola pittorica, avvenuto mediante la nebulizzazione di resina acrilica**[8]**, ulteriormente diluita in acetone a percentuali crescenti. A questo punto, data la ritrovata stabilità della pellicola pittorica, si è passati alla rimozione delle macchie di natura oleosa. Tale operazione è stata eseguita con reiterate applicazioni di acetone e metil-etil-chetone, supportati con carta giapponese che, disposta a più strati, ha agito come estrattore dell'olio. Fatto ciò, non rimaneva che concentrarsi sulla rimozione delle gore presenti sul tessuto. Queste sono state trattate applicando preventivamente del ciclometicome**[9]** come idrofobizzante della superficie, tamponando poi il tessuto in maniera puntuale con toppaccioli inumiditi di acqua deionizzata. Una volta effettuate tali azioni, volte al consolidamento e alla pulitura, si è proceduto alla rimozione della tela da rifodero che, appariva nella quasi totalità già distaccata. Tale operazione è stata eseguita dal recto, facendo scivolare parallelamente il tessuto ausiliario, per mantenere il più possibile la planarità delle due tele, applicando semplicemente una forza a trazione. Per quanto riguarda invece la rimozione delle toppe applicate sul verso, questa è stata effettuata attraverso l'azione temporizzata di un gel di acetone applicato a pennello, che ha permesso all'adesivo vinilico di rigonfiarsi, assicurando al contempo un'azione prettamente superficiale. Tale fase è stata ultimata meccanicamente, con l'ausilio del bisturi, per assicurare la rimozione di eventuali residui fissati negli interstizi dell'armatura del tessuto di base. La rimozione delle cuciture è stata eseguita in maniera meticolosa, mediante l'uso di forbicine e pinze, al fine di preservare l'integrità del tessuto. Fatto ciò, è stata svolta un'accurata pulitura del margine degli strappi**,** che ha previsto la rimozione dei filati liberi, deformati e irrigiditi dall'adesivo vinilico anticamente utilizzato per il fissaggio delle toppe e debordato. Sono state poi eliminate le deformazioni non permanenti e parallelizzate le fibre mediante il posizionamento di pesetti in piombo e vetrini in maniera localizzata e ragionata. Successivamente ci si è concentrati sul trattamento delle lacune del tessuto originario. Tale operazione ha comportato la realizzazione di una cucitura a punto *festone* **[10]**, con aghi chirurgici curvi e filo in poliestere dallo spessore di pochi millimetri e tono su tono, lungo tutto il perimetro delle lacune stesse. Successivamente si è passati al consolidamento dell'intera struttura mediante l'applicazione di un supporto tessile totale/foderatura. Dopo un'accurata valutazione su campioni di varie stoffe, la più idonea è risultata essere una in misto lino **[11]**, di colore avorio, ad armatura tela, con riduzione affine al supporto originario e con trattamento ignifugo. Visto il formato straordinario del sipario è stato necessario giuntare cinque teli mediante cuciture a punto indietro, realizzate a macchina sullo sviluppo delle cimose di ciascuna pezza. Si è deciso di effettuare delle cuciture di fissaggio dei bordi del tessuto originario a quello ausiliario, mediante il *punto indietro* **[12]** e il *punto mosca*, ripetuti a

distanza cadenzata per assicurare una maggiore tenuta. Per rinforzare l'ancoraggio tra i due teli, sono state realizzate due cuciture a punto *indietro* lungo le due linee di mezzeria in verticale e orizzontale. Il frazionamento della superficie ha permette di dissipare le forze e le tensioni superficiali che il sipario avrebbe subito una volta appeso. La cucitura verticale è stata fatta seguendo l'originale giunto tra i due teli che costituiscono il sipario, mentre la cucitura orizzontale è stata dissimulata lungo la linea di orizzonte che nel dipinto delimita sia il paesaggio che le architetture. A tali punti di cucitura, che da soli non avrebbero potuto reggere tutto il peso dell'intera opera, si è integrata una tecnica mista di consolidamento, optando per la coesistenza di due sistemi: quello adesivo e quello ad ago. Il prodotto scelto, come da progetto, per la sua forza adesiva, per la sua facile reversibilità e per l'importante caratteristica di essere ininfiammabile, è stato un termo collante sintetico **[13]**, disposto a scansione sulla superficie per garantire l'incollaggio con il minimo intervento. Sono state realizzate delle *fettucce*, di due centimetri di larghezza per venticinque di lunghezza, e disposte su tutta la superficie della tela da rifodero, secondo un modulo ripetitivo, ad una distanza di venti centimetri l'una dall'altra, poi fissate per mezzo del calore. L'incollaggio è stato integrato da cuciture invisibili, realizzate con filo in poliestere, tono su tono, ed eseguite secondo due modalità: ad intervalli regolari negli spazi tra le strisce di Beva film, sul cielo, nelle aree a risparmio della pellicola pittorica. La necessità di ottenere un'adesione elastica per mezzo della cucitura a sostegno dell'adesione rigida dell'adesivo sintetico, è scaturita da due esigenze: assicurare la planarità dei due teli per favorire la corretta lettura del testo figurativo; garantire l'aderenza e il contatto tra i due teli. Questo sistema, messo a punto in fase progettuale, si è dimostrato efficace, adeguato e rispettoso nei riguardi della fruizione e della conservazione. Per finire, sono stati pensati: un sistema di ancoraggio lungo il margine superiore, necessario a sospendere il sipario una volta ricollocato in Teatro, e la realizzazione di una sacca lungo il margine inferiore. Queste operazioni, necessarie al fine di ripristinare la funzionalità scenica del sipario storico, sono state effettuate a carico del solo supporto ausiliario. È stato creato perciò, un margine rinforzato da un *cinghione* in corda lungo il quale sono state fissate delle fettucce, poste a distanza di venticinque centimetri circa, necessari per vincolare il sipario alle strutture sceniche del teatro. Si è realizzata poi la sacca inferiore, atta ad ospitare lo stangone, ricavata ripiegando la lunghezza della tela ausiliaria. Il margine inferiore del sipario è stato cucito secondo la modalità definita *all'italiana*, ribattendo su sè stesse entrambe le tele, ormai solidali, per permette alle stesse di rispondere in maniera univoca alle tensioni. Le cuciture a *sottopunto* **[14]**, eseguite per realizzare la sacca, sono state realizzate sul solo supporto ausiliario, non intaccando perciò la tela originale. Ancora, i margini laterali del supporto ausiliario sono stati anch'essi muniti di laccetti posti a cadenze di un metro, allo scopo di poter avere la possibilità, qualora si presentasse la necessità, di vincolare lateralmente il grande dipinto. Tali margini in eccesso, essendo visibili dai posti laterali del teatro, sono stati reintegrati cromaticamente con una tinta neutra realizzata ad acquerello. Anche la presentazione estetica è stata oggetto di una scrupolosa valutazione che ha condotto alla reintegrazione pittorica delle interferenze visive causate dalle lacune del supporto e della pellicola pittorica. Ogni area è stata trattata in maniera selettiva, valutando di volta in volta tra l'uso dei pastelli e degli acquerelli (fig. 3).

Il riposizionamento in palcoscenico

Nel 1974 il Teatro Massimo chiude al pubblico per lavori di manutenzione. L'articolato sistema strutturale della torre scenica con tre ordini di graticce o cieli forati posti alle quote mt. 40,65, mt. 45,41 e mt. 48,68, progettato da G.B.F. Basile, con riferimento al "sistema francese", viene considerato non più adeguato alle moderne esigenze di scena e alle normative antincendio. Nel corso dei lavori, conclusi nel 1997, oltre al consolidamento delle strutture in ghisa dei cieli forati, è stata collocata una porta tagliafuoco metallica nella parete interna al boccascena, a garanzia della separazione tra la platea e il palco in caso d'incendio. A differenza degli elementi presenti in palcoscenico, la porta tagliafuoco non grava sui cieli forati ma scorre verticalmente su due tralicci in acciaio ancorati alla parete interna del boccascena, tuttavia rimane modificato lo spazio originariamente occupato dal sipario storico che inevitabilmente viene spostato. Dopo l'intervento di Carlo Savi, di cui si è accennato prima, alla riapertura del 1998, il Sipario storico riprende per breve tempo la sua originaria funzione nei cambi di scena. Legato ad uno stangone, veniva tirato su verticalmente "*alla tedesca*" con un sistema di corde e contrappesi. Dopo qualche mese, a causa delle precarie condizioni e per la tutela del bene storico, venne rimosso e conservato nei magazzini del Teatro Massimo fino al 2018. Dalle prime fasi di restauro del Sipario storico, si è prestata particolare attenzione alla compatibilità tra quest'ultimo e gli altri elementi presenti in palcoscenico, non soltanto dal punto di vista degli spazi a disposizione ma soprattutto per gli aspetti legati al rischio incendio. Il riposizionamento e la rifunzionalizzazione del sipario storico sono stati eseguiti nel rispetto delle *"linea guida per la valutazione in deroga, dei progetti di edifici sottoposti a tutela ai sensi del d.lgs. 22 gennaio 2004, n 42, aperti al pubblico, destinati a contenere attività dell'allegato 1 al D.P.R. 1° agosto"*, ha mantenuto gli obiettivi primari: di prevenzione incendi, garantendo la tutela della vita umana, dei beni tutelati e dell'ambiente**[15]**. In relazione alla complessità e al fine di una migliore lettura degli spazi si è scelto di utilizzare il metodo HBIM (*Historic Building Information Modeling*) e di realizzare un "*gemello digitale*" della torre scenica/boccascena/platea così da replicare l'esistente nel mondo digitale e agevolarne la comprensione,

l'analisi e di simulare, attraverso la modellazione e l'animazione il comportamento del sipario e la sua integrazione nel palcoscenico. Il modello realizzato, arricchito delle informazioni geometriche, materiche, documentali e di restauro, non esaurisce la sua funzione nella fase di progettazione per la misura del manufatto complesso e per la documentazione del costruito, è infatti uno strumento efficace anche nella gestione del ciclo di vita (LCA) del bene storico. Si è partiti con il rilievo geometrico della torre scenica, del boccascena e dei cieli forati, eseguito con l'ausilio di laser scanner a tempo di volo (Trimble TX8). Come è noto, il laser scanner, appoggiandosi a tecnologie di emissione elettromagnetica e misura del tempo di riflessione (tempo di volo), produce dati di misura estremamente accurati. I dati in uscita hanno l'aspetto di una serie di punti posizionati nello spazio digitale. Per migliorare la qualità dei punti e una più efficace rappresentazione si è integrata una fotocamera digitale a 24 Mp. Dall'insieme di punti colorati (point cloud), non collegati tra loro, di coordinate geometriche univoche, si è ottenuta la trasposizione digitale della configurazione attuale della torre scenica e dell'articolato sistema di attrezzature esistenti, necessarie per la movimentazione delle scene e dei sipari. La nuvola di punti ottenuta in breve tempo ha fornito un quadro soddisfacente ed esaustivo dello stato di fatto che ha consentito di effettuare le prime analisi sulla torre scenica, sui cieli forati e le strutture in acciaio che vi sono connesse (fig. 4). La fase della ricostruzione tridimensionale è stata eseguita con software Allplan 2019 che ha permesso di integrare gli elementi del modello 3D con le informazioni (attributi) utili alla manutenzione e conservazione del manufatto. Tale approccio, preventivo e puntuale, ha consentito di monitorare la fase di riposizionamento del Sipario, limitando al minimo gli imprevisti tecnici (fig. 5).

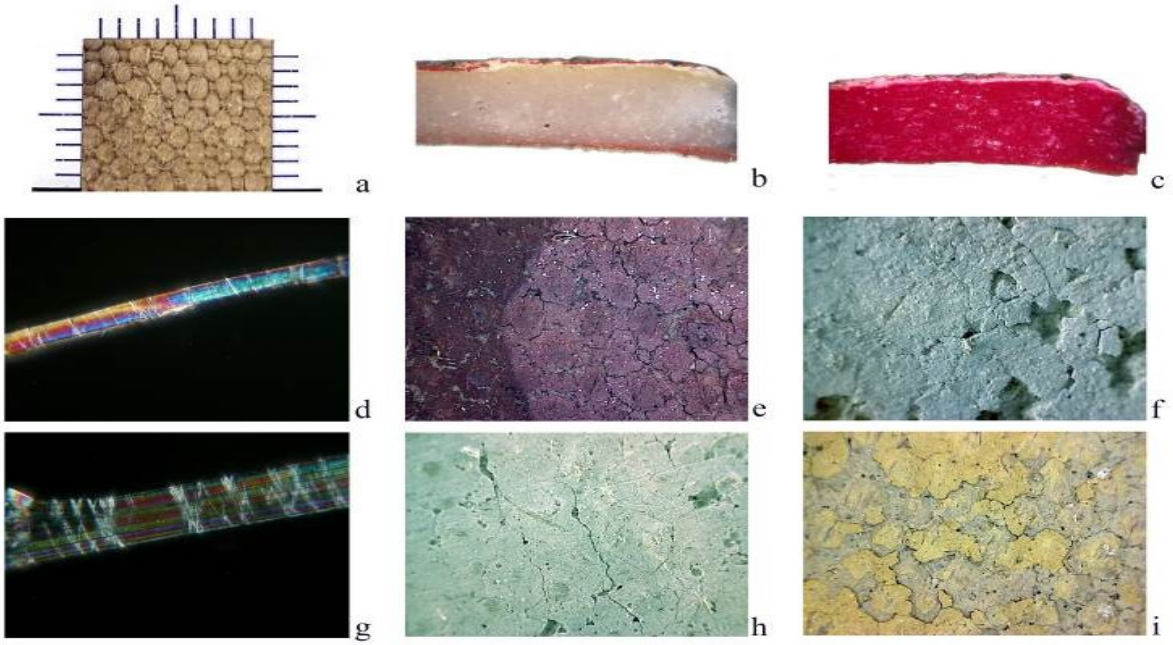


Fig. 1 a Restituzione fotografica della riduzione del tessuto ad armatura tela; **b-c** Preparato microscopico in sezione lucida stratigrafica, microscopio ottico in luce riflessa polarizzata ripresa con obiettivi 10x con ingrandimenti originali di 80x e test colorimetrico con fucsina acida; **d-g** ripresa al microscopio ottico in luce trasmessa polarizzata (polarizzatori incrociati) con obiettivo 20x e 50x, ingrandite 400 volte delle fibre dell'ordito (sinistra) e della trama (destra); **e-f-h-i** microfotografie con ingrandimenti a 20x della pellicola pittorica

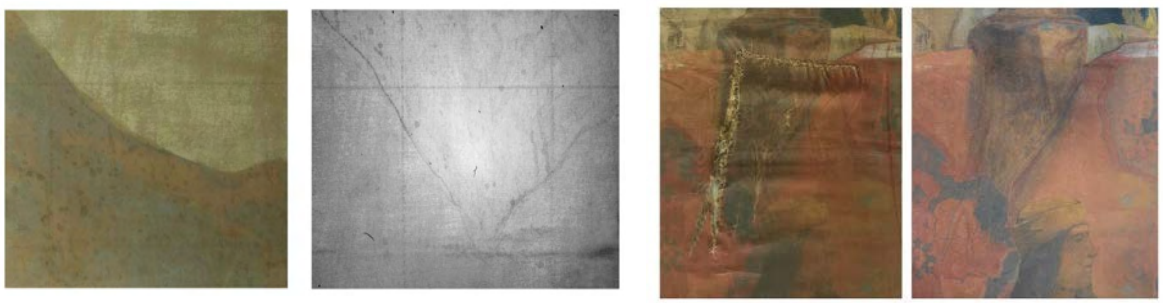


Fig. 2 e 3 Restituzione fotografica del particolare a luce visibile e a fluorescenza Infrarossa registrata a 990 nanometri. Si evidenzia il tratto grafico del paesaggio e tracce della quadrettatura realizzate con fusaggine - Restituzione fotografica di un particolare prima dell'intervento e dopo l'intervento di restauro.

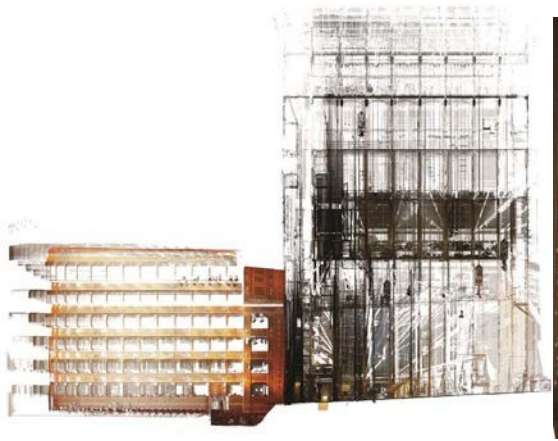


Fig. 4 Ortofoto della torre scenica/platea dalla nuvola di punti

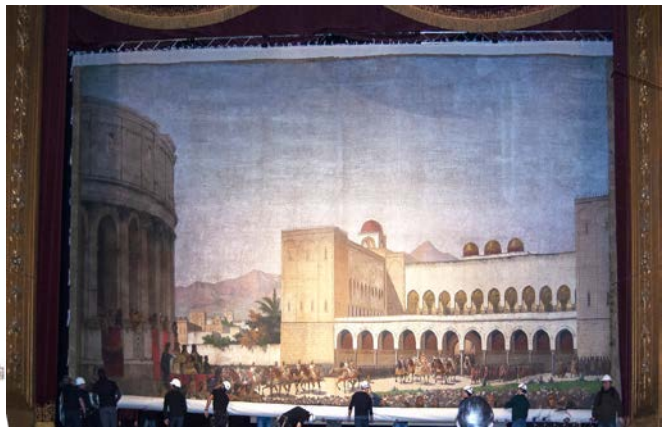


Fig. 5 Il Sipario Storico durante il riposizionamento

NOTE

[1] M. La Barbera, *Il monumento*, in *Il Teatro Massimo di Palermo*, a cura di F. Tessitore, Palermo 2013, p. 115.
[2] A. Corsi, *Giuseppe Sciuti: la realtà e il sublime* in *Giuseppe Sciuti*, a cura di M. Calvesi, Nuoro 1989, pag. 14; AA.VV., *Giuseppe Sciuti nel centenario della sua morte*, Acireale (CT) 2011.
[3] C. Costanzo, *Per la raccolta museale del Teatro Massimo di Palermo*, Palermo 2017, n. II.20, pp. 113-114.
[4] S. Petrillo in *Kalòs*, n.° 2, 23 aprile-giugno 2011.
[5] I. Bruno, *Le pitture decorative*, in *Il Teatro Massimo. Architettura, Arte e Musica a Palermo*, a cura di M.C. Di Natale, Palermo 2018, p. 83.
[6] A tal proposito si vedano: la copertina della storica rivista d'arte *L'illustrazione italiana*, anno XXII, n° 9, 3 marzo 1895, Palermo, recante la didascalia *L'entrata di Ruggero I a Palermo*, Bozzetto di Giuseppe Sciuti pel sipario del teatro Massimo di Palermo; L. Torri, *Varietà: a sipario calato*, in *Emporium*, 1937, vol.XXXVII, n.218, p. 152.
[7] C. Costanzo, *Per la Raccolta Museale...*,op.cit. Palermo 2017, pp. 65-66.
[8] Acrilmat® copolimero di Etilacrilato e Metilmetacrilato (EA/MMA) in emulsione.
[9] D5®.
[10] Gutermann®.
[11] ANM - Nomentana® Tessuto ad armatura tela 70% cotone, 30% lino del peso 290 g/m² color naturale e trattamento ignifugo, n. codice VA671A10CEBsd00003 di classe reazione al fuoco B s1d0 distribuita dalla ditta Peroni S.p.a. Via Monte Leone, 93, Gallarate (VA).
[12] Punto sartoriale in cui l'ago avanza sul rovescio e penetra sul diritto nello stesso punto da cui il filo era precedentemente uscito.
[13] Beva® film Adesivo ininfiammabile "Beva®" film (prodotto dalla KREMER Pigmente Gmbh &CO.kg – Germany).
[14] Il sottopunto o punto invisibile è un punto sartoriale impiegato per unire due lembi di stoffa o aperture**.** Si segue fissando il filo su un lato dell'apertura, prendendo pochi millimetri di stoffa nella piegatura del tessuto e incrociando l'ago per affondare in pochi millimetri di stoffa sul lato opposto.
[15] Nella *"Relazione di verifica circa la compatibilità della presenza del Sipario Storico e dichiarazione di non aggravio del rischio incendio"* l'ing. A. Razionale, (RSSP), afferma: "*che il riposizionamento in palcoscenico di teatro Massimo del Sipario Storico [….], non costituisce aggravio del preesistente livello di rischio incendio dell'attività, rispetto alla preesistente documentazione tecnica e certificativa in possesso della C.P.V.L.P.S. nel fascicolo della Fondazione Teatro Massimo."*.

BIBLIOGRAFIA

1. Corsi Antonella, *Giuseppe Sciuti: la realtà e il sublime* in *Giuseppe Sciuti*, a cura di M. Calvesi, A. Corsi, Ilisso, Nuoro 1989, pag. 14; AA.VV., *Giuseppe Sciuti nel centenario della sua morte*, Galatea editrice, Acireale (CT) 2011.
2. Petrillo Stefania, *Giù il sipario! È di scena la Storia*, in *Kalòs*, n°. 2, 23 aprile-giugno 2011.
3. La Barbera Marina, *Il monumento*, in *Il Teatro Massimo di Palermo*, a cura di F. Tessitore, Teatro Massimo, Palermo 2013, p. 115.
4. Costanzo Cristina, *Per la raccolta museale del Teatro Massimo di Palermo*, University Press, Palermo 2017, n. II.20, pp. 113-114.
5. Bruno Ivana, *Le pitture decorative* in *Il Teatro Massimo. Architettura, Arte e Musica a Palermo*, a cura di M.C. Di Natale, Caracol, Palermo 2018, pp. 65-91.

IL RESTAURO DI DUE SIPARI ISTORIATI A CONFRONTO: STUDIO DELLA TECNICA E DELLA RESISTENZA MECCANICA

Grazia De Cesare*, Mauro Torre **, Domenico Poggi***

*Restauratore, Docente, Accademia di Belle Arti di L'Aquila, via Leonardo da Vinci s.n., L'Aquila, graziadecesare@hotmail.com
** Diagnosta, Docente, Accademia di Belle Arti di L'Aquila, via Leonardo da Vinci s.n., L'Aquila, maurotorre@libero.it
******* Geologo, Artelab s.r.l., via Federico Nansen n. 102, 00154 Roma, artelabsrl@artelabsrl.it

Abstract

Lo studio che si propone ha come oggetto due sipari dipinti, ancora in funzione d'uso presso i teatri comunali di Chieti e Rieti. Si tratta di opere realizzate dopo l'unità d'Italia, fra fine '800 e inizio '900, nate per il teatro, ritenuto il cuore della cultura cittadina in cui la comunità si raccoglieva, con lo scopo di decorare ed intrattenere il pubblico prima e durante le pause degli spettacoli. Si tratta di dipinti dalle dimensioni eccezionali, al pari di scenografie, ma al contrario di queste ultime, che dovevano durare normalmente per tempi brevi e di cui si riciclavano le tele lavandole, ai sipari istoriati era affidato il compito di eternare la storia della comunità cittadina, raccontando un evento o un personaggio famoso nella storia locale in cui potersi riconoscere. Le dimensioni del supporto (L x H - 9,28 m x 8,00 m con area di 74,24 m^2 a Chieti e 13,40 m x 7,60 m con area di 101,84 m^2 a Rieti) presupponevano la giuntura di più strisce di tessuto: più ordinate a Chieti rispetto a Rieti, dove erano di riuso. La pittura non poteva che essere a tempera, escludendo l'olio per i lunghi tempi necessari alla polimerizzazione e per la rigidità della pellicola in un contesto dove manca un telaio, con la tensione esercitata solo in direzione verticale dal peso proprio con l'aggiunta di quello di uno stangone, cui la tela è vincolata in basso e in alto per essere sospesa. Tramite prelievi di campione sono stati caratterizzati i leganti della pittura **[1]**, e attraverso la letteratura della tecnologia industriale, si è provato a ricostruire la composizione delle miscele, completamente diverse fra loro. L'obiettivo era di creare una pellicola pittorica rapida da asciugare, flessibile e resistente all'umidità. Nel sipario di Chieti dedicato a Caio Asinio Pollione, l'autore, Antonio Ponticelli, (1875), applica in uno stile ancora accademico le nuove ricerche luministiche dei macchiaioli, sovrapponendo più strati di colore, mentre nell'opera di Rieti, Antonino Calcagnadoro, (1910), celebra le gesta di Flavio Vespasiano seguendo effetti liberty. Le indagini multi spettrali **[2]** hanno rilevato i pentimenti di Calcagnadoro pur nella rapida esecuzione. I problemi conservativi risultavano molto simili, dovuti a distacchi e cadute del colore per la mancanza di un supporto sufficientemente rigido, gore da contatto con acqua di percolamento, lacerazioni localizzate del supporto per incidenti meccanici di movimentazione.
La caratterizzazione dei tessuti su prelievo di campione ha definito il titolo e il carico di rottura, per una valutazione obiettiva e misurata della tenacità delle fibre e il livello di depolimerizzazione **[3]**. Questi dati hanno guidato il successivo intervento di consolidamento e risanamento del supporto, fino alla creazione del nuovo sistema di sospensione **[4].** La pulitura oltre ad occuparsi di eliminare il particellato superficiale ha attenuato o rimosso le gore con sistemi di estrazione, mentre per il cielo in entrambi i casi ha richiesto un intervento volto a ritrovare i valori cromatici originali pur molto alterati. Il ritocco, pensato in maniera reversibile, ha riscattato le zone rimaste macchiate e risarcito le lacune tramite pastelli e tempera ad etere di cellulosa. Sul retro è stata disposta una protezione reversibile. Il recupero della funzione d'uso è stato l'obiettivo raggiunto di questi restauri, perché il mantenimento in situ ha ancora una valenza simbolica per la comunità. La loro conservazione invece è affidata all'amore e al rispetto che la loro storia riuscirà ad esercitare sul personale tecnico di scena, che svolge un lavoro molto lontano dalle attività di prevenzione che sono necessarie al patrimonio culturale, ma che di fatto è a contatto diretto e quotidiano con esse e ne determina la sopravvivenza.

Introduzione

La eccezionalità di poter avere gli originali teloni istoriati accomuna poche città italiane, fra queste Chieti e Rieti. Decorate con soggetti storici dell'antica Roma, questi dipinti offrono alla comunità locale un motivo d'orgoglio, nel riconoscersi discendenti e concittadini di eroi, a cui le loro città hanno dato i natali.





Figure 1 e 2 *Il trionfo di Caio Asinio Pollione* di Giovanni Ponticelli, 1874, Teatro Marrucino Chieti; Caio Asinio Pollione





Figure 3 e 4 *La resa di Gerusalemme* di Antonino Calcagnadoro, 1910, Teatro Flavio Vespasiano Rieti; Flavio Vespasiano

Si tratta di episodi importanti raffigurati come una istantanea per attualizzare la scena storica come fosse oggi in svolgimento, ritrovare una partecipazione del popolo e convincerlo dell'attualità dell'evento in continuità con la storia. Caio Asinio Pollione (76 a.C. - 5 d.C.) teatino d'origine **[5]**, al suo ingresso a Roma da trionfante condottiero, riceve il tributo dal Senato di essere festeggiato vittorioso nel 41 a.C. contro i Parti, popolo della Dalmazia, e l'anno successivo è eletto Console. La scena è raccontata con un'ottima composizione nello spazio, dinamica e molto teatrale nella ricchezza dei personaggi colti in azione, animata da una ricca policromia con prevalenza di rossi e blu e larghe zone di luce ben tagliate, che illuminano senza fonti esterne la zona figurata. Dipinto nel 1874 da un artista napoletano, Giovanni Ponticelli, allievo d'Accademia del Mancinelli, autore del sipario del S. Carlo di Napoli, è realizzato con uno stile che si colloca fra verismo storico e colorismo per macchie tonali, a cavallo fra arte accademica e nuovo realismo. Di Ponticelli si trovano pochissime notizie al di fuori della sua attività specialistica di decoratore di sipari istoriati, che realizzò per Corato, Barletta, Salerno, Napoli, risultando in questo genere molto ricercato.
Flavio Vespasiano originario della Sabina, è invece ritratto nel Teatro di Rieti a lui intitolato, durante l'assedio della città di Gerusalemme da parte dei Romani nella guerra di Giudea, condotta dal generale Tito Flavio Vespasiano, conclusasi con la successiva conquista sotto il comando del figlio Tito nel 69 d.C. Il futuro

imperatore Cesare Vespasiano Augusto viene raffigurato in una scena dove il suo ruolo è esaltato in trono, nella manifestazione di sudditanza degli sconfitti e attorniato dai centurioni romani, sotto le mura di Gerusalemme data alle fiamme. La scena realizzata nel 1910, è scandita in due triangoli compositivi ed è definita a partire da destra in alto, dalla geometria delle costruzioni della città, degradando verso l'angolo sinistro in basso, con l'affollata rappresentazione figurata. Una grossa campitura è lasciata al cielo con le colonne di fumo dell'incendio. Lo stile dell'autore, Antonino Calcagnadoro, riflette la tendenza del suo tempo: di scuola romana per formazione, riprende il filone storicistico, contaminandolo di elementi neobizantini e forme liberty con citazioni sia classiciste che veriste. Fu pittore e decoratore e si cimentò in un ampio repertorio con ritratti, soggetti sociali, storici, religiosi, paesaggi e scene di genere, utilizzando molte tecniche artistiche.

La tecnica pittorica dei sipari istoriati

Dipingere superfici così ampie (Chieti L 9,28 m x H 8,0 m; Rieti L 13,40 x H 7,60 m) su tela comporta l'uso di un legante pittorico che asciughi rapidamente e che permetta stesure successive fino all'effetto desiderato (sul sipario del Ponticelli la sezione stratigrafica ha individuato fino a 7 strati sulla canestra di frutta (Figg. 5 e 6).

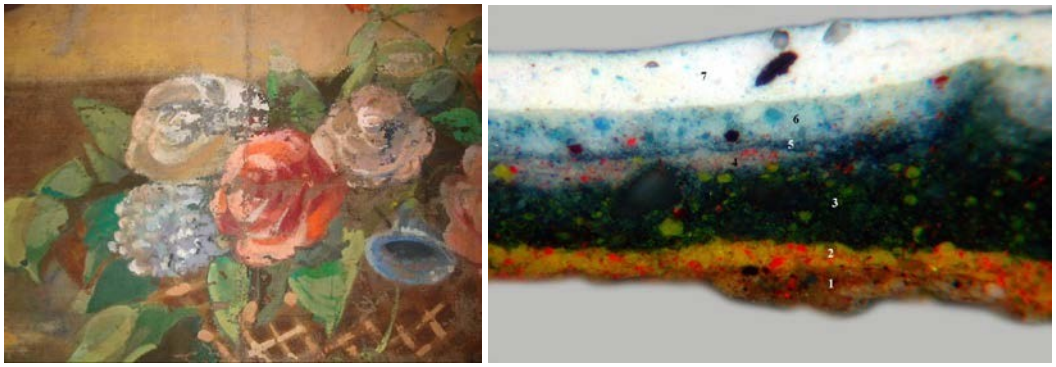


Figure 5 e 6. Particolare della zona del microprelievo e stratigrafia individuata su sezione stratigrafica in luce riflessa a 160x (Analisi Domenico Poggi, Artelab s.r.l.)

Inoltre mancando di un telaio e quindi del necessario tensionamento biassiale poiché è assente nella direzione orizzontale, mentre per quella verticale è soggetta al peso proprio, la tela di supporto subirà deformazioni nella terza dimensione perdendo l'iniziale planarità, producendo ondulazioni soprattutto nella parte mediana dell'altezza. Per assecondarle la pellicola pittorica dovrà essere il più possibile flessibile per non incorrere in problemi meccanici di rottura, che intervengono oltre il limite di deformabilità. Per questo non può trattarsi di una pittura ad olio, che necessita di lunghi tempi di polimerizzazione, ma obbligatoriamente di una tempera. Questo termine da sempre ampio e onnicomprensivo è legato a un legante o a una miscela di questi, solubile in acqua e di facile asciugatura. In genere per le scenografie teatrali si usava la tempera a colla, per poter poi lavare le tele e riusarle, e per poter cancellare con un panno bagnato gli eventuali errori **[6]**.

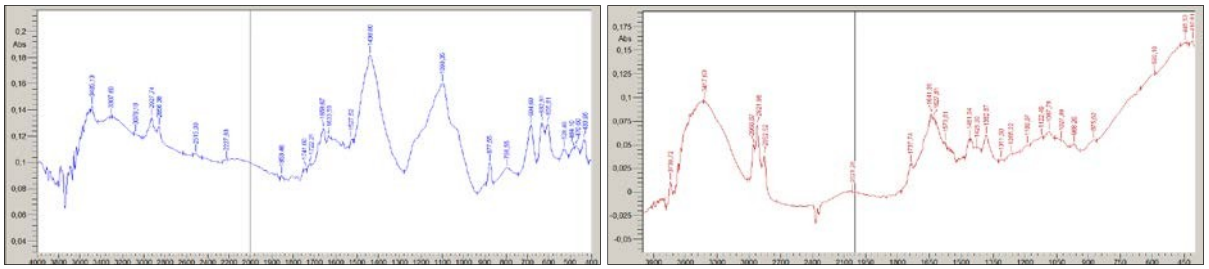


Figura 7. Spettro FT-IR del campione del sipario di Ponticelli tal quale: sono state individuate sostanze organiche (assorbimenti a 3309, 3080, 1658 cm-1), di cui quest'ultimo riferibile alla presenza sia di proteine sia di ossalati di calcio. **Figura 8.** Spettro FT-IR su estratto in acetone a caldo: lo spettro mostra analogie con l'uovo invecchiato (Analisi Domenico Poggi, Artelab s.r.l.).

Nelle analisi chimiche condotte per l'individuazione dei materiali costitutivi, l'arco temporale di 35 anni circa che intercorrono nella stesura dei due lavori, presenta dati interessanti alla luce di analisi più approfondite strumentalmente.
Nel caso più antico di Chieti si individua una pittura complessa eseguita per più strati sottili di colore, come si usava nell'800, mentre si segnalano le minute particelle di oltremare artificiale negli strati interni nn. 3-4-5, e i diversi granuli di colore azzurro attribuibili a blu di cobalto nello strato 6. Il verde dello strato 3 è realizzato con un blu oltremare artificiale e giallo a base di piombo. L'uso di pigmenti coprenti a base di piombo caratterizza

tutti gli strati e precede la sostituzione in arte di questo pericoloso metallo, che avverrà gradatamente solo alcuni anni più tardi. Il legante individuato tramite analisi istochimiche e FT-IR è proteico, attribuibile a colla negli strati preparatori e presumibilmente a uovo negli strati pittorici. Si esclude la presenza di oli e cere, mentre sostanze terpeniche sono state presunte solo negli strati più interni, come strati interlaminari.
La consapevolezza maturata negli ultimi anni ha spinto e motivato una ricerca più approfondita, sottoponendo i microcampioni prelevati sul dipinto di Calcagnadoro, a fornirci dati più esaustivi circa la caratterizzazione dei leganti, attraverso FT-IR, Py GC-MS.



Figure 9-10-11-12 Punti di prelievo sul recto del sipario di Rieti: in FT-IR sono stati individuati gesso, calcite, silicati, ossalato di calcio, materiale organico, e in Py CG-MS: tracce di materiale proteico (uovo e/o caseina), tracce di colla animale, grassi di natura non siccativa, acido glicolico e acido lattico, acido fosforico e fenolo, materiale saccaridico (presumibilmente dalle fibre di lino). Si ringrazia il laboratorio diretto dalla Prof.ssa Maria Perla Colombini del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale Università di Pisa e in particolare la dr Emilia Bramanti (CNR, Pisa) per le indagini FTIR, Ophelie Ranquet per le Py-GC-MS con silanizzazione in situ, la dr Ilaria Bonaduce e Dr. Anna Lluveras per l'analisi dei dati.

La pittura non appare così ricca stratigraficamente ma ugualmente a base proteica, con colla animale probabilmente riferita all'appretto della tela e alla preparazione. Di incerta attribuzione il legante proteico fra uovo e/o caseina. Grazie alla pirolisi gas massa si sono potuti evidenziare materiali aggiuntivi non identificabili in FT-IR, come l'acido glicolico proveniente dalla glicerina, riportata nelle ricette presente fino al 10% per flessibilizzare la pittura; l'acido fosforico e il fenolo verosimilmente riferiti al trifenilfosfato usato come ignifugo (espressamente dichiarato dal pittore da applicare, poiché richiesto per legge nei luoghi pubblici), anche se il fenolo o altri composti a base fenolica si usavano come antisettico per pitture a legante organico in acqua, preparate e stoccate. In caso di pitture a uovo era aggiunto acido acetico come tensioattivo e quindi fluidificante per la stesura delle pennellate. Per la preparazione della caseina questa veniva sgrassata con acidi, tipo cloridrico o anche solforico, i cui residui erano tamponati con composti basici, necessari anche per dissolvere in acqua la caseina. Quest'ultima è flessibilizzata da oli non siccativi tipo olio di ricino e in alcuni campioni si riscontra la presenza di grassi non siccativi, che sono compatibili con questa ipotesi **[7]**. Le aggiunte riportate in letteratura in uso come idrorepellente per stabilizzare il legante a colla animale, non sono state riscontrate analiticamente, come bicromato di potassio o la formalina il primo non rivelabile in pirolisi, la seconda di difficilissima identificazione soprattutto in presenza di miscele complesse [8]. Lo stato di conservazione segnato da gore su entrambi i manufatti, ha mostrato una maggiore resistenza all'acqua del dipinto più antico, macchiato ma non dilavato, come accaduto su una porzione del dipinto di Calcagnadoro: questo fenomeno potrebbe essere imputabile anche alla dissoluzione della preparazione e dell'appretto a colla animale, per prolungato contatto con acqua in forma liquida.
Sul solo dipinto di Rieti sono state condotte indagini multispettrali, che hanno riscontrato un disegno preparatorio realizzato a pennello, con alcuni pentimenti, mentre in superficie sono state focalizzate delle zone con una marcata risposta di fluorescenza sulle architetture della composizione.



Figura 13 Sipario, riflettogramma NIR del particolare di Flavio Vespasiano con indicazione dei pentimenti rilevabili dal disegno di preparazione che si discosta dalla pittura. **Figura 14** Foto della fluorescenza UV (filtro seppia) che indica discontinuità di una stesura superficiale (Indagini Mauro Torre).

Studio del supporto

Entrambi i supporti in tela di lino sono stati realizzati grazie all'assemblaggio di più fasce di tessuto. Nel caso del dipinto ottocentesco si tratta di 12 strisce cucite in verticale sfruttando la larghezza data dall'ampiezza del telaio di tessitura e posizionate a raggiungere l'altezza del sipario senza interruzioni.
Nel caso di Rieti si tratta di riuso di un precedente lavoro mai utilizzato, con assemblaggio di 6 pezzi di stoffa in parte già dipinta sul retro, con cuciture verticali, di ampiezza diverse.

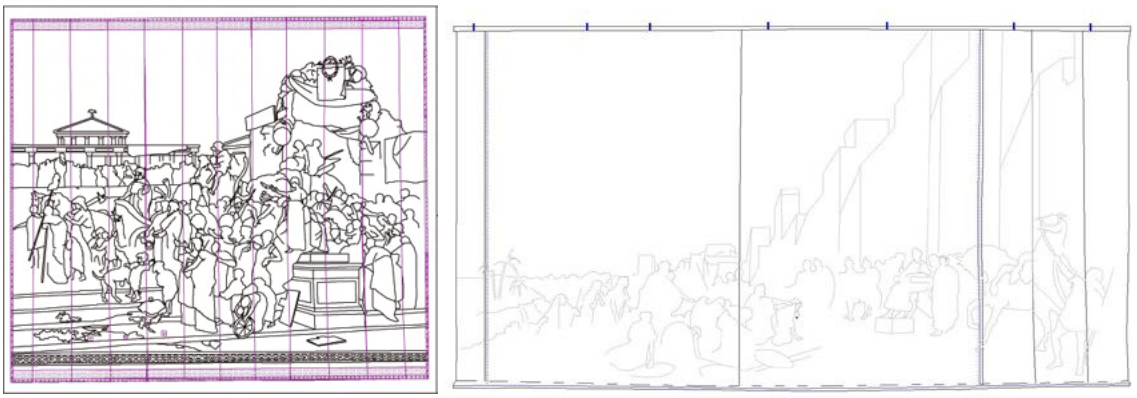


Figure 13 e 14 Documentazione grafica dell'assemblaggio dei teli di supporto di Chieti a dx e Rieti a sx

Autore / Data	**Dimensioni** m	**Fibra**	**Numero di fili/cm** (in direzione verticale)	**Titolo** (1000 x peso/ lunghezza) tex	**Carico di rottura unitario** (x filo) N	**Carico di rottura al cm** (carico unitario x n. fili di ordito al cm) N/cm	**Tenacità** (carico di rottura unitario/titolo) N/tex	**Carico del Sipario** (N/cm)	**Carico dello stangone** (N/cm)	**Carico Totale** (N/cm)	**DPv**	**pH**
Ponticelli 1874	9,28 x 8,00	lino	13	85,6	3,94	51,22	0,046	0,392	0,0667	0,459	476	6.6
Calcagnadoro 1910	13,40 x 7,60	lino	12	181	20,20	242,40	0,112	0,625	0,0667	0,692	859	6.6

Tabella 1 Studio dei tessuti di supporto realizzato su prelievi di campione (realizzato dal Dr Giovanni Testa per Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria - SSCCP Stazione sperimentale carta, cartoni e paste per carta)

L'esito delle analisi di tipo meccanico sui due supporti ha evidenze numeriche che ci indicano condizioni oggettive di conservazione su cui riflettere. A parità di tipo di fibra individuata come liberiana riconducibile al lino, analizzando i titoli, la tela di Calcagnadoro risulta più del doppio rispetto a Ponticelli. Da questo dato derivano una serie di variabili di resistenza meccanica a trazione. La ragione è da cercare anche nella maggiore depolimerizzazione della cellulosa del tessuto di Ponticelli, che lo rende molto meno resistente giustificando il suo più basso carico di rottura unitario. Se un tessuto nuovo in lino misura circa 2.500 DPv e dopo trattamento di sbianca circa 2.000 DPv, il Sipario di Chieti è a poco meno di ¼ del suo valore iniziale, mentre quello di Rieti è di poco inferiore alla metà. Questo indica che molti dei legami cellulosici sono ormai idrolizzati in maniera numericamente più grave nella tela di Chieti. Curiosamente il pH del tessuto non si discosta molto in entrambi i casi dalla neutralità, con pari valori a 6,6. Se il valore di DPv non è da tutti giudicato esaustivo per definire lo stato di conservazione, unito alle evidenze numeriche meccaniche, completa coerentemente il quadro della situazione. Il peso totale dei sipari è di circa 363,8N per Ponticelli, mentre è di 838,1N per Calcagnadoro, e rispettivamente con grammatura di circa 4,90 N/m^2 il primo e di 8,23 N/m^2 il secondo.



Figura 15 Osservazione al microscopio ottico in luce trasmessa per la caratterizzazione della fibra, a cura del Dr Giovanni Testa per Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria- SSCCP Stazione sperimentale carta, cartoni e paste per carta

Di fatto la tela di Rieti è 4,7 volte più resistente al cm della tela di Chieti, considerato che un filo del primo è 5 volte più resistente del secondo. Per valutare se foderare o meno i supporti, i valori registrati sono stati esaustivi a dimostrare che in nessun modo il peso proprio delle tele dipinte, raggiungeva valori prossimi al carico di rottura, valutati nei punti sommitali che sopportano il massimo carico (Ponticelli sopporta una carico 112 volte maggiore del suo peso proprio, mentre Calcagnadoro 350 volte maggiore). Per questo è stato ritenuto sufficiente elevare la resistenza meccanica, grazie al consolidamento delle fibre capace di aumentarli fino al raddoppio **[9]**. Due travoni realizzati in legno erano presenti in alto, per permettere la sospensione del sipario e in basso, per aggiungere forza e dare maggiore tensione verticale, oltre che per assicurare localmente in direzione orizzontale una trazione utile per distendere la tela (Figg. 16 e 17).







Figure 16 e 17 Travoni di sospensione sul sipario di Ponticelli e su quello di Calcagnadoro. **Figura 18** Sipario di Ponticelli realizzato a Corato, con tasca centrale sul retro, dove inserite un elemento orizzontale, probabilmente in legno, utile sia come rompitratta che per piegare il telone in seconda, cioè a metà nello spazio tecnico.

Il restauro

Il restauro si è reso necessario in entrambi i casi **[10],** poiché erano presenti percolazioni d'acqua, che avevano creato gore e dilavato parzialmente una porzione de *La resa di Gerusalemme*, così come lacerazioni accidentali del supporto con forma a L e fori da chiodatura al travone di sostegno. Il fenomeno maggiore di degrado erano le cadute diffuse della pellicola pittorica. Il restauro ha previsto un intervento molto simile sui due casi studio, con puliture meccaniche e in soluzione acquosa della superficie pittorica, trattamento delle gore con supportante assorbente come il talco, con l'aiuto del Gellano Kelcogel nel caso più recente. Dopo spianamento delle deformazioni del supporto con cartoncini umidi sotto peso e sostituzione con cartoncini asciutti fino a completa asciugatura, è stata trattato il fronte e il retro con adesivi. Il consolidamento in funzione del fissaggio del colore e dell'aumento di resistenza meccanica della fibra, è stato realizzato grazie a prodotti non igroscopici in soluzione con solventi organici, e ha costituito la fase fondamentale dell'intervento, poiché volta a migliorare la tenuta strutturale delle opere. I materiali sono stati selezionati dopo prove in grado di garantire una non saturazione dei colori, in soluzioni non dannose per la pellicola pittorica e con Tg tale da non fissare la polvere in superficie, né conferire alterazioni cromatiche. A tal fine è stato scelto di applicare il Plexisol P 550 (BMA) al 10% dal verso a pennello (Chieti) e recto-verso (Rieti) al 5-7 % per nebulizzazione, oltre un' ulteriore impregnazione sul recto con Beva 371 O.F. al 5%, riattivati a caldo e tenuti sottopeso. I tagli sono stati risarciti con suture testa testa con poliammide in polvere riattivata a caldo e rinforzi localizzati sul retro con TNT in poliestere, impregnato con Beva al 60% in etere di petrolio o Beva film, che ha curato anche tutti i fori da chiodatura una volta smontati i travoni. Esclusa l'operazione di foderatura, poiché ritenuta non necessaria in base ai dati numerici scaturiti dalle indagini meccaniche sui tessuti, entrambi i supporti sono stati foderati sui bordi con tessuto in poliestere e Beva film. Il retro è stato protetto con un telo di poliestere fissato tramite velcro ai travoni e cucito sui bordi verticali

della tela. I sistemi di sospensione sono stati sostituiti con elementi reticolati in alluminio, assemblabili in lunghezza e con 4 cave utili ad alloggiare la tela con un elemento di blocco (tondino di acciaio a Chieti e asta a "V" a Rieti), piastre di fissaggio, spessori in legno e ganci di sospensione. L'operazione di reintegrazione cromatica delle cadute di colore e dei residui delle gore è stata realizzata interamente con pastelli a gomma arabica e polvere di pigmento a Chieti, mentre a Rieti soprattutto con ritocco a pennello con tempera costituita da etere di cellulosa (Klucel G) all'1% e pigmento, entrambi facilmente reversibili.



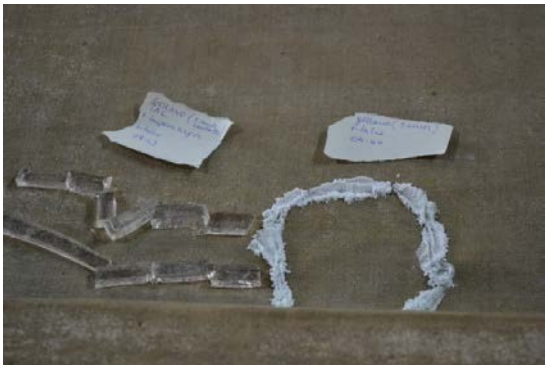


Figura 17 Sipario di Chieti: pulitura della gora bagnata con soluzione acquosa assorbita da talco; **Figura 18** Sipario di Rieti: pulitura con Gellano con soluzione acquosa e talco per estrazione







Figure 19-20-21 Sipario di Chieti: Fissaggio con spillatrice del velcro sull'inserto ligneo; montaggio del travone facendo scorrere nella cava superiore il tondino metallico alloggiato nella tasca di foderatura del bordo; gancio di sospensione.







Figure 22-23-24 Sipario di Rieti**:** particolare della sezione del travone reticolato in alluminio e delle cave di alloggiamento con la tasca di foderatura infilata e fissata con la "V" di blocco; scorrimento del bordo del sipario nella cava del travone; il retro al termine del montaggio

Conclusione

L'occasione di aver potuto restaurare due dipinti su tela di grandi dimensioni come i sipari istoriati, custoditi in teatro ed aventi funzione d'uso, è stata una grande opportunità per studiare la loro tecnica di realizzazione a confronto e per poter approfondire, sulla base di valori misurati, le prestazioni e lo stato di conservazione del supporto. La possibilità di continuare a monitorare le due opere offre l'opportunità di verificare la tenuta degli interventi e di programmarne l'eventuale manutenzione.

NOTE

[1] Analisi condotte da Domenico Poggi (Artelab s.r.l.) per il sipario di Chieti di G. Ponticelli e per gentile collaborazione del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale Università di Pisa diretto dalla Prof.ssa Perla Colombini – Ophelie Ranquet (PhD student) e drs Ilaria Bonaduce, Anna Lluveras e Emilia Bramanti (CNR, Pisa) per il sipario di Rieti di A. Calcagnadoro.
[2] Condotte dal prof. Mauro Torre
[3] Realizzate per la gentile collaborazione del Dr Giovanni Testa per Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria- SSCCP Stazione sperimentale carta, cartoni e paste per carta
[4] Progettato, eseguito e montato da Carlo Serino per Equilibrarte.
[5] Teate è il nome storico di Chieti antica
[6] Gaetano Previati, La tecnica della pittura, 1990, Milano, pp. 150-151
[7] Ralph Mayer, The artist handbook, New York, 1940
[8] Antonio Turco, Coloritura, verniciatura e laccatura del legno, 1977, Milano, pp. 580-588
[9] Bonfatti A.M., Rossi E., Sardella A., Scicolone G.C., Seves A., Testa G., 1995, Indagine sugli effetti del consolidamento di supporti cellulosici tessili a diversi stadi di degradazione, Kermes, n 22 gennaio aprile 1995, 11-17
[10] Il sipario di Chieti è stato realizzato dalla Ditta Grazia De Cesare nel 2005 con Paolo Battino, Stefano Canavacci, Natalia Gurgone. Quello di Rieti dalla stessa Grazia De Cesare, come docente restauratore, con Stefano Canavacci, Valeria Bertolani, Chiara Bianchi, Valentina Petrilli, Valeria Di Giansante e gli allievi dell'Accademia di Belle Arti di L'Aquila nel 2019.

BIBLIOGRAFIA

1. Accardo G., Santucci G., Torre M., *Sollecitazioni meccaniche nei dipinti su tela: metodi di analisi e di controllo*, in *Atti della 3a Conferenza Internazionale delle Prove non Distruttive*, Viterbo 1992, pp.37-52.
2. Bonfatti A.M., Rossi E., Sardella A., Scicolone G. C., Seves A., Testa G., *Indagine sugli effetti del consolidamento di supporti cellulosici tessili a diversi stadi di degradazione*, in *Kermes*, n. 22 gennaio aprile 1995, pp.11-17
3. De Cesare Grazia, *Decoration of an Italian theatre after the unification of Italy in 1870: technical implementation and conservation after the great wars in an earthquake zone*, ICOM: A holistic view for historic interiors Roma, 23-26-marzo 2010: preprints pg 41; http://www.icom-cc.org/54/document/abstracts-of-the-icom-cc-joint-interim-meeting-rome-2010/?action=Site_Downloads_Downloadfile&id=966.
4. De Cesare Grazia, *L'ISCR: approccio di metodo nel restauro delle opere dell'arte contemporanea – casi studio*, in *Cosa cambia teorie e pratiche del restauro nell'arte contemporanea*, Skira, 2013, pp. 253-7.
5. Down J. L., Mac Donald M. A., Tetrault J., Scott W. R., *Adhesive testing at the Canadian Conservation Institute – An evaluation of selected poly (vinyl acetate) and acrylic adhesives*, in *Studies in Conservation* n. 41 1996
6. Martin E., 1977. *Some Improvements in Techniques of Analysis of Paint Media*, in *Studies in Conservation*, Vol. 22, No. 2 London ed. IIC, May, 1977, pp. 63-67
7. Mayer Ralph, The artist handbook, Viking, New York, 1940
8. Mecklenburg Marion F., and Tumosa Charles, *An introduction into the mechanical behavior of paintings under rapid loading conditions*, in *Art in transit*, ed. M. F. Mecklenburg. Washington, D.C.: National Gallery of Art. 1991, pp.137–72.
9. Mecklenburg, Marion F., and Tumosa Charles, *Mechanical behavior of paintings subjected to changes in temperature and relative humidity*, in *Art in transit*, ed. M. F. Mecklenburg. Washington, D.C.: National Gallery of Art.1991, pp.172–214
10. Meilunas R. J., Bentsen J. G., Steinberg A., Analysis *of aged paint binders by FT-IR Spectroscopy* in *Studies in Conservation* n. 35, Ed. IIC – London, 1990, pp. 33 - 51
11. Michalski, Stephan, *Paintings: Their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration*, in *Art in transit*, ed. M. F. Mecklenburg. Washington, D.C.: National Gallery of Art. ,1991, pp. 223–48
12. Previati Gaetano, *La tecnica della pittura*, Sugarco, Milano, 1990, pp. 150-151
13. Rossi E., Misure del grado di polimerizzazione per la valutazione dello stato di deterioramento di un materiale fibroso cellulosico, in *Dipinti su Tela. Metodologie d'indagine per i supporti cellulosici*, Nardini, Firenze, 1993
14. Seves A. M., Testa G., Bozzi C., Sardella A., *Degradazione di supporti tessili cellulosici di dipinti*, in *Dipinti su Tela. Metodologie d'indagine per i supporti cellulosici*, Nardini, Firenze, 1993
15. Turco Antonio, *Coloritura, verniciatura e laccatura del legno*, Hoepli, Milano, 1977, pp. 580-588.

IL CROCIFISSO LIGNEO DI BOTTEGA DI NINO PISANO DELLA CHIESA DI S. PIETRO A SEANO (PRATO)

Francesca Spagnoli*, Giacomo Goli**

*Restauratrice Beni Culturali, assegnista presso il Dipartimento DUSIC, Università degli Studi di Parma, francesca.spagnoli@unipr.it **[1]**
** Prof. Associato di Tecnologia del legno e Utilizzazioni forestali, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali – DAGRI, Università degli Studi di Firenze; giacomo.goli@unifi.it



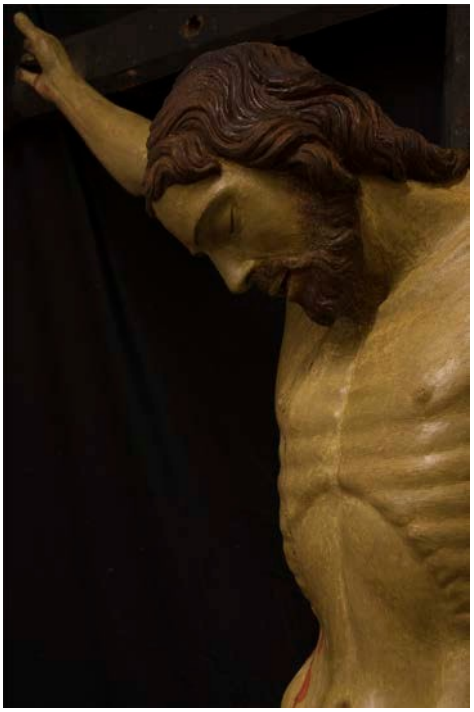


Figura 1 e 2. Crocifisso, Chiesa di S. Pietro a Seano. Dopo il restauro

Abstract

Il presente contributo tratta del restauro sul Crocifisso ligneo policromo attribuito alla bottega di Nino Pisano e conservato nella chiesa di S. Pietro a Seano (Prato) (**Figg.1 e 2**).
La ricostruzione della storia conservativa, della tecnica esecutiva dell'opera derivano da una campagna diagnostica approfondita, che ha coinvolto competenze professionali diverse ed ha definito così un approccio di tipo interdisciplinare. Sono state eseguite indagini multispettrali, analisi scientifiche non invasive e micro-invasive che hanno consentito il riconoscimento dei materiali costitutivi dell'opera, della sua pellicola pittorica e degli interventi successivi a cui è stata sottoposta nei secoli. La policromia originale era occultata da strati di ridipinture materiche che mortificavano, oltre che la pittura, anche l'intaglio della scultura. Ulteriore analisi, è stata il controllo dello stato conservativo dell'opera durante il restauro e nel successivo ricollocamento nella teca originale tramite un puntuale controllo microclimatico degli ambienti.
Per la rimozione delle ridipinture, si sono sperimentati i polimeri siliconici altamente apolari (Velvesil Plus® e Ciclometicone D5), capaci di creare emulsioni efficaci, che permettono di lavorare in estrema sicurezza. Questi sono stati associati per agevolare l'assottigliamento delle ridipinture, ad una soluzione chelante di DTPA gelificata in Vanzan NF-C®.
Tutto questo ha permesso il recupero della policromia originale caratterizzata da alta qualità artistica, in contrasto con le ridipinture successive. Il risultato è stato la rivalorizzazione della leggibilità dell'opera nella sua incredibile bellezza e nella sua ricchezza di dettagli.

Introduzione

L'intervento oggetto del presente scritto, è il restauro del Crocifisso ligneo policromo datato fine XIV attribuito a bottega di Nino Pisano **[2]** e conservato presso la chiesa di S. Pietro a Seano (Prato) all'interno di una teca di vetro posta sopra l'altare maggiore della chiesa stessa. Le dimensioni della scultura sono pari a 170 cm d'altezza per 155 cm di apertura braccia, con spessore massimo relativo alla parte più aggettante a livello della testa reclinata, di 40 cm circa. Quest'opera risultava ancorata alla croce che misura 260 cm per 160 cm, tramite chiodi alle mani e ai piedi oltre a due di notevoli dimensioni che, battuti dal retro s'inserivano verso il corpo del Cristo all'altezza della schiena, più precisamente uno tra le scapole e l'altro nella parte basso a livello del retro del perizoma. La scultura si presenta scolpita a tutto tondo ed è composta da un blocco di legno centrale che raffigura il busto, quindi da due che riproducono le gambe – come confermano le linee di giunzione degli elementi costituitivi rilevate sul polpaccio e sul ginocchio – e due parti lignee che dalle braccia si innestano al corpo mediante un incastro tenone-mortasa. La testa è reclinata verso destra mentre il busto è costituito da un'ampia cassa toracica, dove sono evidenziate con il modellato le costole. In particolare si notano i muscoli delle gambe nello sforzo e nella tensione del momento della crocifissione.



Figura 3 e 4. Crocifisso, Chiesa di S. Pietro a Seano. Prima del restauro

Stato di conservazione

Ad una prima ricognizione, la scultura si mostrava ricoperta da consistenti depositi di polvere e sporco generico. A livello strutturale si evidenziavano da subito due importanti fenditure da ritiro sul busto del Cristo e sul perizoma che suggerivano la presenza del midollo del tronco all'interno dell'elemento ligneo centrale. Contestualmente si riscontravano dissesti tra gli elementi costitutivi a livello delle braccia e sul ginocchio destro. Ulteriori osservazioni ponevano in evidenza come le dita delle mani risultassero non pertinenti e la mancanza di alcuni elementi lignei intagliati a livello dei capelli, perdita dovuta a probabili cause accidentali. Inoltre, nonostante il peso della scultura si scaricasse sui due chiodi che lo sorreggevano dal retro, è probabile che in qualche modo la scultura subisse un aggravio di peso anche a livello delle spalle: a tal proposito si notava come la linea dell'incastro tra le braccia e il busto si fosse allargata notevolmente. La scultura è stata ricoperta da uno strato di preparazione sottile e da policromia non apprezzabile prima del restauro, in quanto interamente ricoperta da una o più estese ridipinture (**Figg. 3 e 4**). Ancora, veniva rilevata la presenza sulla superficie di sollevamenti e distacchi di preparazione e policromia, nonché abrasioni e lacune con legno a vista, maggiormente localizzate su perizoma e braccia.

Intervento di restauro

Il degrado dell'opera e i massicci interventi di manutenzione e rifacimento subiti nel corso del tempo, hanno reso questo restauro un caso di studio particolarmente interessante. Un aspetto fondamentale, nell'operazione di ricostruzione dell'identità dell'opera in oggetto, è costituito dalla fase diagnostica approfondita e mirata, all'interno della quale sono state eseguite indagini scientifiche volte al riconoscimento della tecnica di realizzazione dei materiali costitutivi e degli interventi precedenti. Le informazioni emerse da queste analisi, che hanno coinvolto diverse figure professionali, sono state tra loro incrociate per arrivare a una comprensione generale della situazione al fine di poter ideare e realizzare al meglio il restauro finale.
La campagna analitica ha compreso: indagini multispettrali e analisi scientifiche non invasive e micro-invasive. Lo studio xilologico, ha permesso d'identificare la specie legnosa ovvero pioppo, per tutte le parti costitutive **[3]**. Le analisi XRF e le stratigrafiche di micro-frammenti campionati e analizzati in microscopia ottica, elettronica e con spettroscopia FT-IR hanno consentito il riconoscimento dei materiali costitutivi della pellicola pittorica e degli interventi successivi cui l'opera è stata sottoposta nei secoli **[4]**. L'osservazione della cross-section al microscopio e l'analisi XRF hanno evidenziato una tradizionale preparazione a "gesso e colla. L'analisi FT-IR effettuata per ottenere informazioni sul legante utilizzato nella stesura originale, esclude la presenza di un legante ad olio che invece costituisce e caratterizza la ridipintura. La stesura pittorica "originale" dell'incarnato si presume quindi a tempera ed è composta da bianco di piombo in miscela con pigmenti a base di ossidi di ferro. I bassi conteggi di rame potrebbero essere attribuiti a piccole quantità di azzurrite aggiunte in miscela, come supportato anche dalle osservazioni al microscopio ottico, che rivelano la presenza di grani azzurri oltre che di grani di pigmento nero, rosso e arancio. Le stesse indagini eseguite sul perizoma e sul suo risvolto, ci hanno confermato cambiamenti di gusto dovuti alle diverse sensibilità di tempi successivi, purtroppo difficilmente collocabili cronologicamente. A titolo d'esempio la cromia del drappo da bianca con decorazioni sui bordi con caratteri cufici e il risvolto blu eseguito con azzurrite, tramite una ridipintura era diventata completamente blu-verde, mentre l'incarnato nella sua interezza risultava oltremodo ridipinto ed esasperato da abbondanti gocce di sangue. La policromia originale quindi era occultata da strati di ridipinture materiche di qualità mediocre e grossolane nell'esecuzione. Tali stesure mortificavano, oltre che la pittura, anche l'intaglio della scultura che si è dimostrato a seguito del restauro, di particolare interessante e pregio**.**
Durante la fase progettuale si è cercato inoltre di pensare al futuro dell'opera, in quanto la conservazione di un bene culturale non può e non deve ridursi mai al solo intervento. Pertanto, a tale proposito è stato eseguito un ulteriore studio per verificare la realizzazione di un nuovo sistema di ancoraggio della scultura alla croce per garantire un migliore assetto statico, che impedisse i problemi strutturali creati dal precedente. Dopo la rimozione del Cristo dalla Croce, il tipo di montaggio meccanico eseguito è stato di tipo reversibile sia in maniera occasionale, in caso di eventuali interventi manutentivi, che definitivo. I fori realizzati con i chiodi del precedente montaggio sono stati utilizzati per poter permettere l'inserimento di tasselli in acciaio per ciascun foro **[5]**. Questi sono stati preventivamente bloccati con della resina per inibire il sistema di espansione e inseriti al contrario in maniera che la parte filettata si trovasse sull'apertura del foro e non sul fondo.
Per l'ancoraggio alla croce sono state preparate due barre filettate, dal diametro 8 mm, con un dado saldato in cima trasformando l'insieme in un bullone la cui lunghezza supera del doppio quelli comunemente in commercio. A seguito di misurazioni i bulloni sono stati tagliati affinché si inserissero perfettamente, nel foro della croce prima, e in seguito all'interno del tassello. La realizzazione di pezzi su misura, ha permesso di garantire la consona adesione al corpo del Cristo sulla croce, in maniera che questo non oscillasse sui lati, ma allo stesso tempo non venissero a crearsi delle tensioni dovute ad una morsa troppo stretta dei bulloni (**Fig. 5**).



Figura 5. Crocifisso. Retro, nuovo ancoraggio Cristo-Croce: collocazione dei tasselli d'acciaio

Per i punti di ancoraggio su mani e piedi – tre in totale – è stato pensato un meccanismo simile, creando delle teste di chiodo in ferro battuto ad immagine dei chiodi usati in precedenza, su cui però si son innestate delle barre filettate dal diametro di 6 mm, anche in questo caso ciascuna tagliata con la lunghezza consona al foro in cui veniva inserita. Il bloccaggio in questo caso è stata eseguito con un disco in acciaio e un dado a chiusura.
Al contempo è stato compiuto il monitoraggio termo-igrometrico dell'ambiente di conservazione **[6]** . Ulteriore aspetto curato nella fase progettuale è stato quindi quello riguardante il continuo controllo dello stato conservativo dell'opera durante l'intervento di restauro e nel successivo ricollocamento nella sua teca originale. In merito, è stata predisposta un'attenta campagna di monitoraggio microclimatico al fine di evitare eventuali criticità e necessità di adeguamento. Sono stati installati due *data-logger* **[7]**, al fine di analizzare le condizioni sia l'interno della teca che della chiesa, tenendo in considerazione anche gli aspetti architettonici degli ambienti.
L'operazione più impegnativa dell'intervento è stata la rimozione dall'intera superficie della scultura delle ridipinture. Fondamentale, è stata la riflessione in merito agli spettri ottenuti dalle indagini FT-IR. Questi hanno evidenziato la natura della cromia originale, ovvero tempera e della ridipintura rivelandocene la composizione di tipo oleosa.
Per questa la fase operativa, l'attenzione si è focalizzata sulla sperimentazione e l'utilizzo di polimeri siliconici altamente apolari (Velvesil Plus® e Ciclometicone D5), capaci di creare emulsioni molto efficaci, che si distinguono per riuscire a mantenere sempre una sorta di distanza dalla superficie che s'intende recuperare, lavorando quindi in estrema sicurezza. A seguito della misurazione dei valori di pH e di conducibilità della superficie pittorica, sono stati condotti test con soluzioni tamponate e gelificate con Idrossipropilcellulosa (Klucel H®). Se la parte più esterna di un film (in questo caso il pH della supercificie risultata 5) è più acida di quella interna, per salificare e intaccare la parte dello strato è necessario avvalersi di un pH alcalino. Partendo da questa considerazione si è deciso di procedure inizialmente con diverse soluzioni acquose gelificate tamponate a diversi pH basici con l'aggiunta inoltre di potere chelante.
Si è scelto di utilizzare, per una prima fase di assottigliamento degli strati sovrammessi, una soluzione chelante di DTPA –acido dietilentriammin-pentaacetico – allo 0,5% tamponata a pH. 8, basicità ritenuta efficace, gelificata utilizzando il Vanzan NF-C® al 4% scelto dalla necessità di procedere con un trattamento selettivo su uno strato con forti disomogeneità di spessore e distribuzione. Il carattere tixotropico del gel a base di gomma Xantano, ha agevolato lo scorrimento del sistema sugli impasti e discontinuità della superficie della ridipintura, inglobando efficacemente il materiale rigonfiato e agevolandone l'asportazione.
Successivamente l'operazione è stata eseguita in modo molto puntuale, ammorbidendo lo spessore delle stesure con macroemulsioni gelificate a base di Velvesil Plus® usata come fase esterna del sistema e Alcool Benzilico, trattenuto entro la struttura come fase interna omogeneamente dispersa. L'unico solvente di uso comune che non risulta miscibile in ciclometicone D5 è appunto l'Alcool Benzilico. Da questa insolubilità deriva la possibilità di costuire un' emulsione solvente in solvente, ovvero polare in apolare.
L'emulsione ha permesso di sfruttare l'ottimo potere dell'alcool di rimozione o rigonfiamento verso sostanze filmogene olio resinose invecchiate, ossidate e diventate più polari in condizioni di sicurezza per la policromia sottostante, mostrando un'efficace specificità di azione sulla ridipintura. L'Alcool Benzilico caratterizzato da bassa volatilità, utilizzato puro potrebbe essere molto pericoloso e poco sicuro, emulsionato in un ambiente assolutamente apolare invece, come quello del silossano D5 componente del Velvesil Plus®, ha permesso di muoversi con gradualità in un gel di facile lavorabilità. Quindi l'alcool è presente in fase ma fisicamente separata.
Dopo la preparazione di una serie di macroemulsioni esenti da tensioattivo, graduando di volta in volta la progressività del contenuto così da trovare i rapporti corretti dei costituenti, si è proceduto in più fasi, con applicazioni successive di durata non superiore al minuto e concentrazioni diverse di Alcool Benzilico progressivamente inferiori, tra il 5% e 1% in peso.




Figure 5 e 6 Crocifisso, Chiesa di S. Pietro a Seano. Particolari durante la rimozione delle ridipinture

L'utilizzo delle preparazioni con elevato contenuto di fase interna è risultato funzionale ad agire sullo spessore più esterno delle ridipinture. Procedendo in sequenza sui livelli interni sono state infatti utilizzate concentrazioni progressivamente inferiori.
In questo modo è stato possibile rigonfiare le ridipinture effettuando con pennelli piatti, frizionamenti ripetuti e rimozione meccanica prima a secco con tamponi e poi con l'ausilio di bisturi. Il risciacquo accurato e finale è avvenuto in Ciclometicone D5 (**Figg. 5 e 6**).





Figure 7, 8 e 9. Crocifisso, Chiesa di S. Pietro a Seano. Particolari dopo la rimozione delle ridipinture, i peli sotto le ascelle, le sopracciglia, in punta di pennello le decorazione sul perizoma.

Conclusioni

La rimozione della ridipinture ha permesso il complessivo recupero policromia originale caratterizzata da una stesura fine e di alta qualità, in aperto contrasto con le ridipinture successive, decisamente più grossolane e approssimative. A titolo di comparazione, se le ridipinture successive avevano portato all'esasperazione di alcuni dettagli, come le gocce di sangue, o il completo cambio cromatico di alcuni elementi quali il colore del perizoma, il recupero della policromia originale ha restituito particolarità più raffinate e precise, come per esempio dettagli definiti in punta di pennello quali barba, sopracciglia, peli sotto le ascelle e le decorazioni sul perizoma (**Figg. 7, 8 e 9**). Di conseguenza anche la tecnica d'intaglio ne è risultata meglio apprezzabile.
Grazie al restauro è stato possibile il complessivo recupero della leggibilità dell'opera nella sua incredibile bellezza e nella sua ricchezza di dettagli resi finalmente godibili al fruitore, segno del notevole pregio storico e artistico di questo Crocifisso.

NOTE

[1] Tutor dell'assegnista Francesca Spagnoli è la Prof.ssa Elisabetta Fadda, Professore Associato di Storia dell'Arte Moderna, Presidente del dipartimento di Storia e critica delle arti e dello spettacolo. Università degli Studi di Parma, elisabetta.fadda@unipr.it. Si ringrazia per il supporto alla redazione dell'articolo.
[2] Attribuzione avanzata nella tesi laurea di Mariagiulia Spada *"Il crocifisso della chiesa di San Pietro a Seano"* , Corso di Laurea in Storia e Tutela dei Beni Archeologici, Artistici, Archivistici e Librari, Facoltà di Lettere e Filosofia, Università degli Studi Firenze, A.A. 2010-11
[3] Le indagini sul riconoscimento delle specie legnose sono state eseguite presso il dipartimento GESAAF, Università degli studi di Firenze.
[4] Le indagini sono state eseguite da Art-Test s.a.s. Firenze.
[5] I tasselli individuati sono stati della tipologia TAM8 della FISCHER. L'operazione è stata eseguita in collaborazione del collega restauratore Stefano Casu.
[6] Il monitoraggio termo-igrometrico è stato effettuato dal Prof. Giacomo Goli Associato di Tecnologia del legno e Utilizzazioni forestali, Dipartimento DAGRI, Università degli Studi di Firenze.
[7] Data Logger Lascar, modello EL-USB-2-LCD+.

BIBLIOGRAFIA

1. Cremonesi Paolo, *"Proprietà ed esempi di utilizzo di materiali siliconici nel restauro di manufatti artistici"*, Il prato, Padova, 2016.
2. Cremonesi Paolo, Signorini Erminio, *"Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili"*, I Talenti, Il Prato, Padova, 2012 .
3. Cremonesi Paolo, *"L'ambiente acquoso per il trattamento di opere policrome"*, Il Prato, Padova, 2011.
4. Wolbers Richard, *"La pulitura di superfici dipinte. I metodi acquosi"*, Il Prato, Padova, 2005.
5. Cremonesi Paolo, "*L'uso dei tensioattivi e dei chelanti nella pulitura di opera policrome*", Il Prato, Padova, 2003.

RESTAURO DELLE STATUE DEGLI APOSTOLI E DEI SANTI PROTETTORI DEL DUOMO DI ORVIETO, RICOSTRUZIONE DEI BASAMENTI MARMOREI E RIPOSIZIONAMENTO IN SITU

Gianluca Regoli*, Carlo Serino, Francesca Romana Radiciotti***, Antonio Iaccarino Idelson****, Mauro Stella*****, Alessandra Cannistrà******, Gerardo De Canio*******, Bruno Mazzone********

*Restauratore, Regoli-Radiciotti srl, Roma, +39 3476031616, info@regoli-radiciotti.it
**Restauratore, Equilibrarte srl, Roma, +39 3478813217, carlo.serino@gmail.com
***Restauratrice, Regoli-Radiciotti srl, Roma, +39 3356869433, info@regoli-radiciotti.it
****Restauratore, Equilibrarte srl, Roma, +39 3397172063, iaccarino.a@gmail.com
*****Architetto, +39 3482424554, maustella2014@alice.it
******Storico dell'arte, Opera del Duomo di Orvieto, +39 3287515616, museo@operadelduomo.it
*******Ingegnere, ENEA, +39 3666470810, gerardo.decanio@enea.it
********Architetto, ICR, +39 3397364500, bruno.mazzone@beniculturali.it

Abstract

Per quasi tre secoli le grandi sculture, realizzate dall'Opera del Duomo tra il 1554 e il 1722, hanno ornato l'interno della cattedrale. Nel 1897 l'Annunciazione di Francesco Mochi e le monumentali statue di Apostoli e Santi Protettori furono rimosse. Il progetto per il riposizionamento ha visto collaborare l'Opera del Duomo con le più importanti istituzioni competenti (ICR Istituto Centrale per il Restauro, Soprintendenza all'Archeologia, Belle Arti e Paesaggio dell'Umbria e da ENEA per la prevenzione del rischio sismico), affidandone l'esecuzione ad un gruppo di imprese di provate competenze specifiche. Le sculture in marmo, hanno basamenti realizzati con uno strato esterno in blocchi di marmo che collabora con un nucleo in muratura. Durante le peregrinazioni tra le varie sedi che le hanno ospitate dopo l'allontanamento dal Duomo, le sculture furono separate dai basamenti che furono smontati: all'inizio dei lavori nel 2019 i blocchi di marmo che li compongono erano conservati in 8 grandi casse di legno. I circa 260 blocchi di marmo, sono stati ricomposti utilizzando le immagini storiche, i segni di lavorazione, le sedi delle grappe antiche ed i residui delle malte di allettamento delle varie fasi. Il riempimento è stato realizzato in mattoni pieni legati con geopolimeri, un materiale ancora poco conosciuto nel mondo della conservazione, per rispondere alle richieste meccaniche dello studio di prevenzione sismica e migliorare le condizioni di conservazione della pietra. Si tratta infatti di un materiale privo di sali igroscopici o fasi minerali idrosolubili, in grado dunque di evitare ogni contaminazione della pietra. Si è scelto di usare come precursore secco del legante geopolimerico un materiale riciclato, ecocompatibile e a bassissimo impatto ambientale. Il restauro delle sculture ha rispettato le stratigrafie superficiali per non perdere traccia delle storie conservative molto diverse delle sculture, realizzate nell'arco di quasi due secoli. Grande attenzione è stata posta alla stabilità ed alla sicurezza sismica dell'insieme statua-basamento nel Duomo ricorrendo alla riduzione della massa e all'ancoraggio al pavimento.

Introduzione

Il progetto per il riposizionamento in cattedrale delle statue monumentali degli Apostoli, dell'Annunciazione e dei Santi Protettori, già esposte presso una sede distaccata del museo MODO (ex chiesa di Sant'Agostino), rappresenta un evento epocale e una straordinaria restituzione culturale. Per quasi tre secoli le grandi sculture, realizzate tra il 1554 e il 1722 per iniziativa dell'Opera del Duomo, hanno ornato l'interno della cattedrale. Eccellenti artisti si sono avvicendati in questo longevo cantiere, da Giambologna (S. Matteo, 1595) a Francesco Mochi (l'Angelo annunciante e la Vergine annunciata, compiute nel 1608, S. Filippo del 1610 e S. Taddeo del 1644), da Giovanni Caccini (S. Giacomo maggiore, 1591) a Ippolito Buzzi (S. Bartolomeo, 1617) a Bernardino Cametti (S. Simone e S. Giacomo minore, 1722), accanto ai capomastri della Fabbrica, Raffaello da Montelupo, Francesco Mosca e Ippolito Scalza, con il suo collaboratore Fabiano Toti. A fine Ottocento, il restauro cosiddetto "di liberazione" di matrice purista cancellò nel Duomo la fase artistica manierista-barocca e destinò il capolavoro di Francesco Mochi e le altre magnifiche statue a un esilio protrattosi per 122 anni e denunciato da grandi studiosi, come Cesare Brandi, Federico Zeri e, più di recente, Antonio Paolucci. Durante le peregrinazioni tra le varie sedi che le hanno ospitate dopo l'allontanamento dal Duomo, le sculture furono definitivamente separate dai basamenti. Dopo l'ultimo allestimento nel 1941 presso la sala al piano terra di palazzo Soliano, i basamenti lapidei furono smembrati, perdendo quasi tutte le grappe originali, e riposti in 8 grandi casse di legno nei sotterranei del Duomo, dove sono rimasti dal 1989 fino al presente intervento. Anche le statue furono conservate in casse di legno fino al 2006, quando furono rese nuovamente fruibili, senza basamenti, nell'ex chiesa di Sant'Agostino. Nel lungo percorso decisionale che ha portato alla ricollocazione delle statue nel Duomo, ha sicuramente avuto un ruolo risolutivo la

costituzione del gruppo di lavoro fortemente voluta dal Presidente dell'Opera del Duomo, Gianfelice Bellesini, nel mese di aprile 2018. Il gruppo si è rivelato uno strumento efficace, basato sull'assortimento di autorevoli competenze ed è all'interno di questo contesto che l'Istituto per il Restauro ha potuto fornire il suo apporto. Il contributo si è reso concreto dapprima nella delicata fase, pienamente condivisa, di individuazione di operatori affidabili e di provata esperienza nella componente strutturale del restauro, seguendo una procedura di gara allineata alle normative vigenti. Successivamente nella collaborazione di supporto tecnico per il difficile assemblaggio dei basamenti e soprattutto, forte delle competenze, nelle indicazioni di progetto per il restauro delle statue. La ricostruzione dei basamenti è stata da subito vista come una questione da affrontare con attenzione, per le incognite della ricomposizione filologica dei pezzi conservati dopo la demolizione ottocentesca, senza la certezza che i blocchi e le finiture marmoree si fossero conservate integralmente, da rendere compatibile con la originaria funzione di resistenza ai carichi. Le conseguenze prevedibili sul prosieguo delle operazioni determinato dalla tempistica di ricostruzione dei basamenti, un vero puzzle con "tessere" di peso considerevole da movimentare e adattare, ha generato l'obbligo di indirizzare risorse prioritarie al loro recupero, avviato con l'immediata apertura delle casse nel primo straordinario cantiere allestito nell'ex caserma Piave, da maggio 2019 nei locali messi gentilmente a disposizione dal Comune di Orvieto. Assolutamente non secondaria è stata la contemporanea attività nel secondo cantiere allestito direttamente nell'ex chiesa di S. Agostino, per il restauro conservativo del gruppo scultoreo data la straordinaria qualità ed il valore storico delle sculture, le loro grandi dimensioni, gli stili e le tecniche esecutive differenti. Gli interventi sui basamenti e sulle statue sono stati svolti in contemporanea ma separatamente, distinguendo le operazioni di restauro per tipologie di oggetto nel massimo rispetto della singola autenticità, allo scopo di preservare la lettura analitica degli elementi integri nella loro funzione. Il progetto, già in passato proposto dalla Soprintendenza, nuovamente studiato dall'Opera del Duomo con la consulenza del prof. Vittorio Franchetti Pardo, quindi approvato dagli organi del MiBACT, ha quindi visto collaborare Fabbriceria orvietana con le più importanti istituzioni competenti: ICR, la Soprintendenza all'Archeologia, Belle Arti e Paesaggio dell'Umbria, l'ENEA per gli aspetti scientifici e di innovazione nella prevenzione del rischio sismico e la direzione dei lavori dell'Arch. Mauro Stella. Oltre all'aspetto professionale e puramente tecnico dell'intervento, questo lavoro si è rivelato significativo soprattutto sulla complessa trama di relazioni umane che sono nate e si sono alimentate e consolidate nel clima di cantiere e che hanno influito positivamente sulla riuscita dei lavori. La sincronia e il connubio tra competenze tecniche e scientifiche, i rapporti di reciproca stima e fiducia, hanno permesso di affrontare tutte le problematiche, le difficoltà, gli imprevisti sempre con la massima serenità e collaborazione. Ai restauratori[1] è stata affidata una parte attiva e propositiva, nell'ambito del gruppo di lavoro. Il rigore delle scelte si rivelerà fondamentale con la definitiva riproposizione "in accostamento" dell'abbraccio che ognuno dei basamenti delle statue aveva con i dodici pilastri della navata centrale, dagli incastri ormai compromessi dalle modifiche ottocentesche delle parti a contatto.





Figure 1 e 2: la navata centrale del Duomo dopo la ricollocazione dei basamenti e delle statue e particolare del S. Taddeo di Francesco Mochi

Ricostruzione e restauro dei basamenti marmorei

Allestito il cantiere e aperte le casse, ci si è confrontati con una serie indistinta di centinaia di pezzi di marmo di Prodo per un'operazione difficile, non solo da un punto di vista organizzativo, tecnico-strutturale e tecnologico, ma anche da un punto di vista filologico e teorico. I basamenti, alti mediamente circa un metro e ottanta, erano originariamente realizzati con uno strato esterno di rivestimento, in blocchi e lastre di marmo di Prodo (Pietra calcarea rossa, proveniente dalla cava ormai dismessa della Colonnetta di Prodo), che collaboravano con un nucleo interno in muratura per sostenere il peso medio di circa 2 tonnellate delle grandi sculture. Analoga la tecnica costruttiva per i basamenti più piccoli dei Santi protettori San Rocco e San Sebastiano (i basamenti di San Brizio

e San Costanzo sono invece in legno). Furono costruiti direttamente in loco, nella navata centrale del Duomo, ammorsati in parte o totalmente, con la faccia posteriore, ai pilastri che furono risegati nei punti di maggior sporgenza, laddove dovevano essere appoggiati. Lo spazio libero in altezza, a ridosso dei pilastri stessi, fu in alcuni casi coperto con lastre dello stesso marmo rosso sagomate, a compensazione del vuoto. I pezzi di marmo non riportavano indicazioni per il rimontaggio a parte poche scritte sulle casse e rare notazioni a matita sui blocchi. Escluso i due basamenti che sostenevano le statue del San Filippo e del San Bartolomeo, realizzati sovrapponendo tre grandi blocchi orizzontali, e di quello di San Filippo che era stato solo parzialmente scomposto, tutti gli altri erano stati completamente smembrati.




Figura 3 e 4 - Le casse contenenti i basamenti smontati nell'area di cantiere

La prima fase dell'intervento è quindi consistita nel ritrovare pertinenza e le posizioni corrette dei pezzi all'interno dei singoli basamenti: un enorme gioco d'incastri con più di 260 blocchi di marmo di peso variabile tra 20 e 150 kg. Guida alla ricomposizione e alla corretta individuazione dei pezzi sono stati lo studio meticoloso delle immagini storiche, in cui ogni piccolo particolare si è rivelato fondamentale, incluse le venature o macchie presenti sui blocchi, l'osservazione dei segni di lavorazione, delle sedi delle grappe antiche e dei perni, i residui delle malte di allettamento. Contro ogni aspettativa iniziale, tutti i frammenti hanno ritrovato una sede certa o almeno molto probabile. Ogni scultura è stata associata al suo basamento originario grazie al minuzioso lavoro di studio e rilievo dei segni e dei residui delle malte utilizzate nel passato per l'allettamento delle sculture sui basamenti stessi, attraverso il confronto delle misure di tutte le basi delle sculture e il loro riscontro sui basamenti. In seguito sono state eseguite tutte le verifiche utili a evidenziare eventuali lacune o mancanze di parti evidenti e strutturalmente fondamentali: da un'analisi approfondita delle parti recuperate e un confronto con delle fotografie storiche è emerso che nella loro iniziale e originaria collocazione nel Duomo, tutti i basamenti avevano uno zoccolo a terra alto circa 30 cm, che nelle casse risultava mancante. Verificando la documentazione fotografica storica della prima ricostruzione a Palazzo Soliano, questo cordolo già non era più presente. Solamente i basamenti del San Pietro e del San Paolo, posti in Duomo sugli scalini del Presbiterio, non avevano la zoccolatura a terra e si può ipotizzare che lo zoccolo fosse stato inserito sotto gli altri basamenti per averli tutti alla stessa altezza. A parte la perdita degli zoccoli alla base, tutti gli altri frammenti rinvenuti hanno permesso una totale e completa ricostruzione e non c'erano altre mancanze di rilievo eccezion fatta per una lastra in alabastro. Dovendo ricostituire l'assetto originario, sia da un punto di vista filologico che tecnico e dovendo i basamenti poggiarsi perfettamente sulle basi e sulle colonne della navata centrale del Duomo, si è reso necessario riproporre nuovamente gli zoccoli mancanti. La soluzione adottata è stata quella di realizzarli in un blocco unico di travertino (materiale con proprietà meccaniche di resistenza a flessione maggiori della pietra di Prodo, in vista delle successive movimentazioni), da rivestirsi dopo il posizionamento dei basamenti in Duomo con nuove lastre di marmo rosso di Prodo. Sulle basi in travertino sono stati predisposti i fori per l'ancoraggio al pavimento del Duomo, requisito necessario per garantire una prevenzione antisismica per il basamento. Relativamente ai vuoti interni ai basamenti, originariamente riempiti in muratura di pietrame e malta pozzolanica, la sismicità del territorio richiedeva una soluzione strutturale capace di ridurre il rischio di crollo delle sculture per collasso dei basamenti. Esaminati i pezzi da riassemblare, è stata scartata la possibilità di impiegare tralicci metallici interni affogati in colate di calcestruzzo alleggerito; questa soluzione, prevista nel progetto iniziale quando la forma irregolare dei volumi interni e la presenza di setti orizzontali in pietra non erano note, se da un lato offriva le necessarie garanzie ingegneristiche, dall'altro avrebbe costretto nella realtà ad importanti compromessi con la conservazione dei blocchi di marmo che avrebbero funto solo da cassaforma. Si è deciso invece di utilizzare una malta alleggerita di geopolimeri[2] e mattoni pieni, valida alternativa ad una muratura tradizionale o al normale calcestruzzo cementizio alleggerito previsto inizialmente. Sulla base di travertino i pezzi del basamento sono stati assemblati livello per livello, dopo aver rimosso meccanicamente tutti i residui di adesivi o malte di assemblaggi precedenti, e collegati tra loro con adesivi epossidici bicomponenti e con rinforzi localizzati in tessuto di carbonio fissati con gli stessi geopolimeri (incompatibili con i tessuti di vetro) per sostituire quella che era la funzione originaria delle grappe e dei perni metallici. Completato ogni livello a costituire una cassaforma, si è proceduto con il riempimento di geopolimeri e

mattoni. I basamenti di San Filippo e San Bartolomeo, essendo costituiti in sezioni orizzontali monoblocco sono stati invece assemblati tra di loro tramite una malta premiscelata di adeguate caratteristiche adesive.





Figure 5, 6- e 7 L'assemblaggio del guscio esterno in materiale lapideo e la messa in opera dei sistemi di contenimento per il riempimento dei vuoti interni




Figure 8 e 9 – Il riempimento dei vuoti interni con geopolimeri e mattoni; i basamenti riassemblati

Per quanto riguarda i geopolimeri, materiale ancora poco diffuso e conosciuto nel mondo della conservazione, si tratta di un materiale che offre resistenza a compressione analoga o superiore a quella del calcestruzzo, e maggiore resistenza a flessione. Questa ultima caratteristica li rendeva particolarmente adatti all'uso per sopportare sollecitazioni di tipo sismico. Le differenze rispetto ai calcestruzzi a base di cemento sono notevoli anche dal punto di vista della conservazione perché non avviene un processo di presa idraulica ma una polimerizzazione inorganica in ambiente acquoso. Il prodotto finale è una roccia artificiale priva di sali igroscopici o fasi minerali idrosolubili. La reazione avviene dissolvendo (depolimerizzando) con un silicato potassico un composto metacaolinico (silicoalluminati amorfi). La miscelazione, che deve essere molto energica, porta dunque alla formazione di composti a base di silicio di piccolissima dimensione (tetraedri con tre Si ed un Al ai vertici), tra i quali parte una nucleazione polimerica tridimensionale. I nuclei si legano per condensazione con legami covalenti, per cui l'acqua non più necessaria alla reazione (in quantità inferiore rispetto ai calcestruzzi cementizi) evapora senza trasportare sali solubili. La reazione avviene per creazione di legami covalenti di grande stabilità, con un ritiro trascurabile se i dosaggi sono rispettati correttamente. Un altro vantaggio della presa attraverso la creazione di legami covalenti è la forte adesione a materiali come la pietra, le malte storiche, il cemento stesso ed i metalli, il vetro ed alcune fibre vegetali e legni, il che permette di giocare con le variabili progettuali ottenendo le resistenze meccaniche desiderate, nei punti in cui sono necessarie (per evitare l'adesione chimica basta uno strato di isolamento in resina acrilica a pennello). Nel caso specifico[3] si è scelto di usare come precursore secco del legante geopolimerico un materiale riciclato (una meta-argilla derivata dalle lavorazioni di fonderia), ecocompatibile e a bassissimo impatto ambientale. Questo ha anche il vantaggio di contenere una certa quantità di silice amorfa che, reagendo con l'indurente potassico, genera una piccola quantità di idrogeno rendendo la malta leggermente espansiva. Non è stato necessario alcun additivo, organico né inorganico. Ultimata la ricostruzione dei basamenti si è proceduti all'intervento di restauro delle superfici marmoree: la rimozione di tutte le sostanze coerenti sovrammesse, concrezioni, incrostazioni e residui superficiali di vecchie malte e adesivi mediante mezzi chimici e meccanici, la stuccatura dei giunti e la ricostruzione di piccole e medie porzioni mancanti ed il trattamento finale per garantire una maggiore protezione e conferire un aspetto lucido al marmo stesso.

Restauro delle statue degli Apostoli e dei Santi Protettori

Contestualmente alla ricostruzione e restauro dei basamenti è stato eseguito un intervento di manutenzione straordinaria e restauro delle sculture degli Apostoli e dei Santi Protettori, realizzate da differenti autori in uno spazio temporale che va dal 1554 (contratto per il San Paolo del Moschino) al 1714 (incarico a Bernardino Cametti per la realizzazione del San Simone e di San Giacomo Minore). Le monumentali sculture sono in marmo bianco di Carrara, alcune nel più pregiato "statuario" (il San Tommaso e il San Giovanni Evangelista di Ippolito Scalza, il San Andrea di Fabiano Toti e Ippolito Scalza, San Giacomo Maggiore di Giovanni Caccini, il San Matteo Evangelista realizzato da Pietro Francavilla su bozzetto del Giambologna, San Rocco, San Brizio e San Costanzo di Fabiano Toti, il San Sebastiano del Moschino e dello Scalza), raggiungono quasi i tre metri di altezza (tra i 3 metri circa del San Bartolomeo, di San Pietro e di San Paolo, ed i 2,70 metri circa di San Matteo e San Tommaso) ed hanno un peso medio di ca. 2 tonnellate. L'intervento di restauro è stato prima di tutto un'occasione per osservare e studiare i materiali costituenti e le tecniche di lavorazione del marmo, attraverso il riconoscimento dei strumenti di lavorazione: erano difatti molto evidenti i segni della gradina a 3 e 4 denti, dello scalpello a punta (subbia), dell'unghietto specialmente nel retro delle sculture, l'uso diffuso del trapano per fini decorativi e nelle capigliature e nelle barbe, i segni delle raspe e dei raschietti usati per la levigatura finale: in particolare questi ultimi rendono evidente in molte sculture la differenziazione del trattamento finale, dove alcune zone (incarnati e vesti) erano talvolta successivamente trattate con abrasivi di finitura sottili (probabilmente pietre di Candia e pietra pomice) per rendere la superficie estremamente liscia e lucente in contrasto con le superfici lasciate più opache o addirittura quasi grezze. Le sculture erano state oggetto di un intervento di manutenzione nel 2006[4] in occasione del loro trasporto ed esposizione presso l'ex chiesa di Sant'Agostino. Lo stato conservativo risultava essere nel suo complesso omogeneamente buono, anche se, ad un'analisi più approfondita si è rivelato estremamente vario. Erano visibili differenti tipologie di alterazione e degrado tra le varie sculture, dovute principalmente ai differenti periodi di esecuzione, alle differenti tecniche esecutive ed alla qualità dei marmi utilizzati, ai diversi interventi precedenti subiti, in particolare modo alle sostanze utilizzate in passato come protettivi/ravvivanti della superficie marmorea. L'approccio è stato quindi di considerare l'intervento valutando le sculture singolarmente, con lo studio analitico, anche attraverso l'ausilio di un microscopio digitale, delle alterazioni superficiali, degli strati sovrammessi da rimuovere sempre con l'obiettivo primario di conservare gli strati superficiali originali ed i trattamenti antichi che non risultassero nocivi alla fruizione o alla conservazione. Tutte le superfici marmoree avevano una colorazione grigio/giallastra dovuta a depositi piuttosto coerenti. In particolare questi erano maggiormente evidenti sulle statue dello Scalza, dove i depositi coerenti erano diffusi a macchia di leopardo. Molto diffusi i segni di colature, causati probabilmente da prodotti utilizzati in vecchi restauri (come le soluzioni di acido ossalico usate per rilucidare, in particolare gli incarnati) o dal gocciolamento di acqua da umidità e condensazione presente negli ambienti dei sotterranei del Duomo. Sulla statua del San Pietro inoltre erano presenti alterazioni cromatiche superficiali, sotto forma di piccole macchie più o meno circolari o a forma di goccia estremamente diffuse, probabile alterazione causata da presenza di ferro. Lo stesso tipo di alterazione era presente in minor quantità nelle statue del San Paolo e del San Andrea. La statua del San Sebastiano presentava estese alterazioni cromatiche, di colore violaceo, piuttosto comuni e generalmente attribuibili a sostanze utilizzate nel passato per trattare i marmi con l'intenzione di lucidarli (generalmente oli siccativi, soprattutto olio di lino o formulazioni con cere e resine naturali, sandracca e incenso, sciolte in oli siccativi e applicate sulle superfici lapidee). Per avere un quadro più preciso delle cause del degrado, in particolare delle alterazioni cromatiche, sono state svolte delle indagini scientifiche[5] in approfondimento a specifiche problematiche emerse durante l'intervento conservativo, quali la caratterizzazione di sostanze organiche sovrammesse e delle alterazioni cromatiche dei marmi. Nel campione prelevato da una delle macchie rosse sulla statua di San Pietro, la microanalisi SEM-EDS ha indicato la presenza di ossidi di ferro, responsabili della colorazione rossastra. Nelle immagini al microscopio elettronico è evidente come gli ossidi di ferro si insinuano nelle fessurazioni intergranulari penetrando profondamente all'interno del materiale parzialmente decoeso. Sulla statua di San Sebastiano è stato effettuato un prelievo in profondità sulle alterazioni cromatiche brune per individuare l'eventualità della presenza di sostanze organiche; un secondo campione con la medesima problematica e caratteristiche di campionamento è stato effettuato sulla mano sinistra di San Paolo. È stato condotto un approfondimento sul prelievo dalla statua del San Sebastiano, sottoponendo la polvere del campione ad estrazione con dimetilformammide, e analisi al micro-FTIR, ottenendo indicazioni sulla presenza di olio di lino e/o cera d'api. Aver confermata la presenza di una sostanza organica (olio di lino e cera) intrappolata negli spazi intercristallini fino a 8 mm di profondità sotto la superficie permette di avere una migliore comprensione di un fenomeno problematico che si riscontra frequentemente nella statuaria e nei rivestimenti in marmo bianco. Sono stati analizzati anche gli adesivi impiegati in restauri precedenti: il materiale di adesione di uno degli inserti originali della statua del San Pietro è stato riconosciuto come resina terpenica, con ogni probabilità colofonia. La pulitura è stata sufficientemente rispettosa delle patine esistenti da non richiedere l'uso di protettivi o altre sostanze per saturare la superficie.





Figure 10,11 e 12 – Particolare dei segni di lavorazione sul S, Taddeo del Mochi, di un tassello di pulitura sul S.Matteo del Francavilla e l'alterazione cromatica superficiale sul S.Pietro di Raffaello da Montelupo

Le reintegrazioni sono state poche e puntuali, tranne che per il basamento di S. Sebastiano che aveva una grossa mancanza reintegrata in passato con una malta gessosa. Le sue dimensioni e la sua forma facile da interpretare (un pezzo di pavimento/roccia, quasi liscio) hanno suggerito di reintegrare la mancanza. Si è dunque realizzato un modello in gesso poi riprodotto in marmo statuario[6].




Figure 13 e 14 – Particolare del San Sebastiano con la lacuna anticamente reintegrata in gesso; il nuovo inserto in marmo statuario

Movimentazione, ricollocazione in Duomo e presidi antisismici

Le operazioni finali di imballaggio, movimentazione e trasporto sono state molto complesse e hanno richiesto la massima consapevolezza delle problematiche strutturali e di quelle connesse alla riproposizione estetica, dell'insieme statua-basamento-pilastro, nel sito originario all'interno della cattedrale [7]. In una prima fase sono stati riposizionati tutti i basamenti e sono state ultimate tutte le opere necessarie che richiedevano una lavorazione in sito: l'ancoraggio a terra con barre in acciaio e resina epossidica bicomponente, il rivestimento delle zoccolature in travertino con nuove lastre rosse di marmo di Prodo, la stuccatura dei giunti. Relativamente alla quarta faccia che in origine non era visibile grazie all'ammorsamento nei pilastri, si è deciso di darle un aspetto grezzo a imitazione della originale muratura di cui era composto: la superficie è stata quindi trattata con una malta sottolivello rispetto alla parte lapidea di color grigio/caldo costituita da calce e sabbie colorate. Per i due basamenti in legno è stata realizzata una struttura interna in acciaio con funzione di struttura portante delle statue, anch'essa vincolata al pavimento con barre in acciaio e resina epossidica bicomponente. Da notare che i basamenti dei dodici Apostoli addossati ai pilastri della navata centrale e quelli dei Santi Protettori addossati ai semi-pilastri della controfacciata sono stati riposizionati a filo della cornice inferiore dei pilastri stessi. Prima dello smantellamento ottocentesco basamenti e pilastri erano invece in aderenza: i pilastri erano stati notevolmente risegati nel plinto di appoggio, i basamenti avevano una rientranza alla base che riduceva in parte la superficie di appoggio e, di conseguenza, conferiva una piccola eccentricità del carico. Dopo la rimozione delle statue e lo smantellamento dei basamenti, le riseghe sui pilastri della navata centrale e sui semi-pilastri della controfacciata sono state ripristinate e i plinti reintegrati: non si è ritenuto corretto sotto il profilo del restauro né opportuno sotto quello scientifico intervenire sui pilastri con nuove riseghe. L'alternativa di risegare ulteriormente i basamenti per renderli aderenti ai pilastri avrebbe comportato una ulteriore riduzione della loro superficie di base e un ulteriore aumento dell'eccentricità del carico. Invece, il posizionamento a filo del cordolo di base dei pilastri ha reso i basamenti

oggetti distinti ma il significato iconografico della loro fusione è comunque rappresentato da una cornice di marmo senza alcuna funzione strutturale. La rientranza alla quarta faccia dei basamenti è stata riempita, l'eccentricità ridotta e la superficie di appoggio sul pavimento aumentata rispetto alla configurazione pre-ottocentesca. L'impiego di una malta alleggerita di geopolimeri ha conferito ai basamenti ricostruiti una massa ridotta rispetto agli originali, con riduzione del carico sul pavimento della navata e riduzione delle forze inerziali dovute all'azione sismica. L'ancoraggio al pavimento blocca il ribaltamento del basamento e riduce le possibilità di collasso associate alle varie combinazioni dei cinematismi di ribaltamento della statua con il ribaltamento del blocco inferiore. In sintesi, i presidi antisismici adottati per i basamenti delle statue sono: la riduzione della massa sismica in fase di ricostruzione dei basamenti e l'ancoraggio al pavimento. Riguardo a questo punto, l'ancoraggio al pavimento comporta che il basamento non oscilli in caso di sisma e la distanza della statua dal pilastro comporta la non interferenza tra le eventuali oscillazioni della statua e i pilastri stessi. La soluzione di posizionare i basamenti a filo del cordolo di base dei piastri, quindi non aderenti ad essi, è opportuna sia per la stabilità statica sia per la sicurezza sismica. Pertanto, il posizionamento dei basamenti a filo del cordolo di base dei pilastri è stata la soluzione ottimale e unanimemente condivisa in sede tecnico-scietifica.

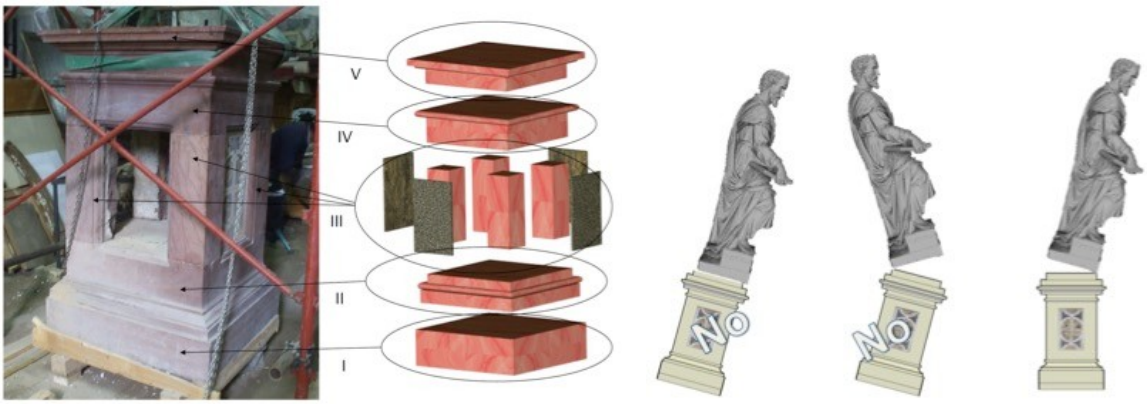


Figure 15 e 16 - Progetto di ricomposizione dei basamenti delle statue dei 12 Apostoli mediante assemblaggio e colata di malta alleggerita a base di geopolimero. L'ancoraggio del basamento al pavimento blocca le prime due combinazioni dei cinematismi di ribaltamento della statua con il ribaltamento del blocco inferiore.



Figure 17, 18 e 19 - L'esecuzione dei fori per l'inghisaggio a terra dei basamenti, il trattamento del retro e il rivestimento della base

Il rigore della scelta si rivelerà fondamentale con la definitiva riproposizione "in accostamento" dell'abbraccio che ognuno dei basamenti delle statue aveva con i dodici pilastri della navata centrale, dagli incastri ormai compromessi dalle modifiche ottocentesche delle parti a contatto. Il risultato dell'operazione è ora percepibile nelle sottili ombre che si proiettano tra basamenti e colonne come distacco tra gli elementi portanti dell'architettura e gli elementi portanti delle sculture. In questo dettaglio si mantiene memoria della distanza tra stili che nell'Ottocento furono considerati inconciliabili e tra diverse epoche storiche con cui la scelta di riposizionare le statue nel Duomo ha voluto decisamente confrontarsi. Sono altresì decisamente recuperate alle condizioni di luce dell'interno del Duomo sia la progressione prospettica che la spazialità delle statue, tornate a schierarsi nell'architettura che le ha ispirate.

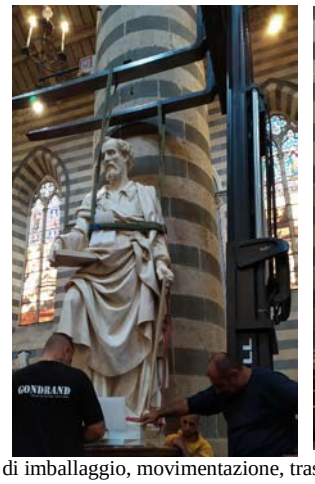





Figure 20, 21 e 22 – Operazioni di imballaggio, movimentazione, trasporto e riposizionamento nella navata centrale del Duomo

NOTE

[1] L'ntervento di restauro è stato eseguito dalle imprese "Regoli e Radiciotti srl" ed "Equilibrarte srl". Hanno partecipato ai lavori: Gianluca Regoli, Francesca Radiciotti, Carlo Serino, Antonio Iaccarino Idelson, Emanuele Prota, Annunziata Corradini, Stefania Cui, Francesca Montanari, Federica Seccaroni, Hisato Hashizume, Alessio Gazzola, Mihai Halchin, Maura Giacobbe Borelli.
[2] Nel 1976 il prof. Joseph Davidovits ha coniato il termine geopolimero, negli anni '80 ha fondato il Géopolymèr Institute presso l'Università di St. Quintin, Francia, ed ha studiato tutte le applicazioni storiche dei geopolimeri individuandone l'uso in monumenti dell'antico Egitto e della Bolivia Tihuanaco. Se sulle questioni archeologiche la discussione è aperta, gli sviluppi moderni sono estremamente concreti e con ampio spettro di applicazioni, dalla costruzione fino allo stoccaggio di rifiuti tossici o radioattivi grazie alla estrema durabilità dei geopolimeri. I geopolimeri sono materiali inorganici con composizioni chimiche simili a quelle delle zeoliti (minerali), ma al contrario di queste dotati di una struttura amorfa. La reazione di polimerizzazione avviene a temperatura ambiente dopo la formatura per colaggio in stampi in materiale plastico o con tecniche come la stampa 3D. In combinazione con fibre tessili naturali (canapa, cocco, bambù) o artificiali (poliestere, vetro, carbonio, kevlar, cellulosa) possono essere usati per produrre dei materiali compositi. Si possono aggiungere all'impasto filler funzionali come sabbie vetrose, feldspatiche, granitiche, basaltiche, o filler minerali come carbonati, quarzi, sabbie di fiume, e pigmenti. Anche istituzioni di ricerca in Italia dedicano attenzione a questi materiali, tra cui il gruppo attivo presso l'istituto CNR ISTEC di Faenza e il Materials Science Engineering Research Group della Uniparthenope.
[3] I geopolimeri sono stati formulati e prodotti dal geologo Alex Reggiani per conto della GeoMITS e commercializzati dalla ditta Heres srl con sede a Quinto di Treviso.
[4] L'intervento di manutenzione straordinaria è stato eseguito dai tecnici della Soprintendenza per i Beni Culturali per l'Umbria sotto la supervisione e direzione tecnica del dr. Nikolas Vakalis e la direzione lavori della dr.ssa Margherita Romano.
[5] Indagini scientifiche eseguite da Emmebi Diagnostica Artistica srl.
[6] Intervento realizzato dallo scultore Alessandro De Tomassi.
[7] Movimentazione e trasporto delle opere effettuati da Gondrand Gruppo Fercam S.p.a. e Berilli S.n.c.

BIBLIOGRAFIA

1. L. Andreani, A. Cannistrà , *"Quando la memoria ha un futuro"* , *Le statue nel Duomo di Orvieto*., Palombi Editori, Roma 2019.
2. De Canio Gerardo, *"Il Ciclo Scultoreo del Duomo di Orvieto: Innovazione nella Conservazione"*, in *Kermes 113 Restauro, conservazione e tutela del patrimonio ambientale, anno XXXII*, Nardini Editore, 2020, pagine 14 –15
3. Davidovits, J., "*Geopolymer chemistry and applications"*, Institut Géopolimère, St. Quintin, France, 5° edizione 2020.
4. Davidovits, J., "*Geopolymers and geopolymeric materials*", *Journal of Thermal Analysis* **35,** 429–441 (1989). https://doi.org/10.1007/BF01904446.
5. Tamburini, S., Natali, M., Garbin, E., Valluzzi, M.R., Artioli, G. "*Comparison of fibres in geopolymer matrix for structural reinforcement of masonry (FRGP): Compatibility, reactivity, durability"*. Engineering Conferences International (ECI) Geopolymers 2015. Hernstein (Austria), 24th-29th May 2015.

LA PIANETA FARNESE DELLA CATTEDRALE DI SANTA MARIA DEL FIORE DI FIRENZE: L'INTERVENTO CONSERVATIVO DI UN'OPERA GIA' RESTAURATA DALLA DITTA ALFREDO CLIGNON

Beatrice Agostini*, Simona Morales**

* Architetto, Direttore dei lavori, Responsabile restauri Opera del Duomo di Firenze, Via della Canonica 1, 50122 Firenze, b.agostini@duomo.firenze.it
**Restauratore, Centro Restauro Tessile di Morales Simona, Via P. Gaidano n.109/7, 10137, Torino, simonamorales@yahoo.it

Abstract
La pianeta Farnese è così denominata perché fa parte insieme al paliotto e ad una pala di altare delle opere commissionate da Odoardo Farnese all'artista Annibale Carracci.
La pianeta è caratterizzata da un ricamo a punto steso piatto e a rilievo eseguito con filati metallici dorati e d'argento su un tessuto di fondo in raso. Lungo le parti laterali della pianeta sia del fronte che del retro, si sviluppano in verticale delle maglie ogivali caratterizzate da tralci e motivi vegetali contenenti immagini di putti e figure angeliche dipinte.
Nella parte anteriore della pianeta e più precisamente nella croce c'è un ricchissimo e minuto ricamo fitomorfo che sviluppa dei medaglioni entro i quali sono racchiuse delle figure, in particolare sono raffigurati al centro Dio Padre e ai lati gli apostoli san Pietro e san Paolo, sotto l'immagine di Dio Padre sono raffigurati sant'Odoardo e sant'Ermenegildo.
Nella colonna della pianeta invece sono presenti i simboli della famiglia Farnese, partendo dall'alto verso il basso troviamo i gigli di Francia, il mezzo unicorno, i tre giacinti barbuti e infine lo stemma della famiglia.
I gigli e i giacinti recano entrambe un'iscrizione purtroppo poco leggibile a causa di piccole abrasioni superficiali presenti sulle lettere; un recente studio su due recenti testi dedicati ad Annibale Carracci hanno permesso di capirne la scritta in greco di uno dei due motivi floreali: ΘΕΟΘΕΝ ΑΥ≡ΑΝΟΜΑΙ (Divinitus Auresco); questa è presente in un particolare di un affresco di Palazzo Farnese di Roma.

L'intervento di restauro conservativo
L'intervento di restauro della pianeta, selezionata per l'allestimento e l'apertura del nuovo museo nel 2015, è stato svolto nello spazio dedicato, allestito dall'Opera del Duomo.
La pianeta all'arrivo in laboratorio presentava uno stato di conservazione classificabile in discreto.
La presenza di un numero di inventario e di una targhetta ha permesso di risalire alle informazioni sul restauro, eseguito dalla ditta fiorentina di Alfredo Clignon nel 1967. La relazione dell'intervento e la documentazione fotografica conservata negli archivi dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze ha fatto luce su quella che è la storia di un restauro lungo e minuzioso, che ha permesso di recuperare un'opera fortemente danneggiata dall'alluvione. Con questi presupposti, l'intervento di conservazione è stato calibrato e pianificato con lo scopo sia di recuperare e stabilizzare meccanicamente alcune aree che di mantenere il suo vecchio restauro, ormai storicizzato.
Preceduta dalla documentazione fotografica, grafica e descrittiva, la prima fase operativa dell'intervento ha visto una pulitura fisica ad aria per microaspirazione, sia del tessuto di fondo che dei ricami, seguita poi da un'ulteriore pulitura dei filati metallici con delle leggere tamponature con la gomma in lattice vulcanizzata e con la pietra d'agata. La scucitura della fodera ha quindi permesso di esaminare il retro della pianeta e di rilevare le tracce dei filati del vecchio restauro. Le figure dipinte, interessate da alcune deformazioni superficiali, sono state umidificate sul retro dell'opera con la membrana Gore-Tex® e il nebulizzatore ad ultrasuoni; per ridurne i tempi di asciugatura è stata utilizzata una piccola tavola a bassa pressione. Dopo la pulitura e la rimessa in forma è stato affrontato il delicato intervento di consolidamento. Sebbene non citati nella relazione di Clignon, si sono rilevati alcuni consolidamenti sulle figure angeliche dipinte, tra i quali una lacerazione stabilizzata con una toppa incollata sul retro e poi delle piccole fermature grossolane a punto posato, presenti sugli altri angeli. Sulle spalle sono stati rilevati dei rammendi, a carico dei filati metallici. Il consolidamento si è svolto con una prima fase dedicata alla rimozione di tutti gli interventi del passato che alteravano e non stabilizzavano la materia, sia sulle spalle che sulle zone dipinte. Successivamente è stata eseguita la fermatura dei filati metallici con delle nuove cuciture, condotte secondo la confezione originale. Per una figura dipinta è stato necessario rimuovere la toppa incollata, perché ormai parzialmente distaccata dall'opera; poi è stato inserito un nuovo supporto di organza, stabilizzato a cucito con delle fermature scelte a seconda dell'area da trattare e dello stato di conservazione della materia. Per il consolidamento dei numerosi filati metallici che appartengono alla teletta d'argento delle figure dipinte sono state realizzate delle ulteriori fermature con organzino di seta, limitando il più possibile il cucito,

dato che si operava su una superficie pittorica. L'intervento si è concluso con la foderatura, a mezzo della stessa fodera utilizzata da Clignon nel suo restauro.

Il Museo dell'Opera del Duomo

La pianeta Farnese è stata musealizzata grazie al nuovo allestimento del 2015, ideato da Mons. Timothy Verdon e realizzato dagli architetti Natalini, Guicciardini e Magni, in un'apposita teca all'interno della sala museale chiamata "sala del tesoro". La sala conserva le opere tessili più celebri provenienti dalla Cattedrale di Santa Maria del Fiore, tra le quali il parato di San Giovanni, realizzato sui disegni di Antonio del Pollaiolo, e il Paliotto Farnese.

La pianeta è esposta su un manichino progettato appositamente, rivestito in tessuto di lana, con un piano leggermente inclinato così da scaricare le tensioni dell'oggetto e le sue sollecitazioni meccaniche. Inoltre, nella teca è inserito un sistema di climatizzazione attiva per tenere costanti i parametri di temperatura e umidità relativa.

Alfredo Clignon e la storia del restauro tessile.

Alfredo Clignon fu una persona che dedicò la sua vita all'arte anche come piccolo collezionista. Nel 1940 sposò Marietta un'abile ricamatrice, che lavorava in sartorie femminili, lei sarà di grande supporto non solo nella vita privata, ma soprattutto nella vita professionale del marito. Nel panorama degli anni Cinquanta lungo tutto il Novecento, Clignon formato in ambito antiquariale e privato, inizia a lavorare con le istituzioni pubbliche avendo un'attenzione particolare a quella che era la progettualità nel restauro; tanto che Susanna Conti, sua brillante allieva e poi direttore tecnico del settore manufatti tessili dell'Opificio delle Pietre Dure, lo ricorda con queste parole: " *le fasi, che Clignon aveva elaborato nel suo ideale iter di lavoro, sempre condotte con estrema precisione erano quattro: documentazione fotografica, pulitura, tintura e consolidamento strutturale il quale, nella maggior parte dei casi, consisteva nel ripristino a chiusura quasi completa delle lacune. Questi criteri erano applicati di norma su tutte le tipologie tessili e degli arazzi* (1). A differenza degli altri restauratori, Clignon non ebbe la possibilità di avere un proprio laboratorio, e questo lo porterà a spostarsi nelle varie sedi istituzionali dove doveva restaurare le opere. Loretta Dolcini allora direttrice del settore arazzi e bronzi dell'Opificio delle Pietre Dure, lo descrive come un uomo che si era fatto esperienza nelle situazioni d'urgenza dopo l'alluvione del 1966. E sottolinea come "*gli spostamenti per motivi di lavori favorirono un continuo confronto con i funzionari del tempo e gli altri colleghi e questo fu molto importante perchè ci fu un ampliamento degli orizzonti culturali, una modernità dell'approccio e l'assimilazione del "metodo" che lo accomunava ai grandi restauratori del tempo, tutto questo fu percepito da Baldini ed è per questo motivo che scelse Clignon per attribuirgli la responsabilità della scuola.* Lui fu un restauratore privato all'altezza del compito di creare la scuola italiana del restauro tessile [1] (2).

La pianeta Farnese

La pianeta è denominata Farnese (fig. 1) perché fu commissionata da Odoardo Farnese all'artista Annibale Carracci, insieme ad un paliotto e una pala d'altare.

Il paramento liturgico è caratterizzato da un ricamo a punto steso piatto e a rilievo eseguito con filati metallici dorati e d'argento su un tessuto di fondo in raso. Maglie ogivali di tralci e motivi vegetali si sviluppano verticalmente e arricchiscono le parti laterali della pianeta sia del fronte che del retro, all'interno delle maglie sono presenti inserti di tessuti in telette d'argento recanti immagini di putti e figure angeliche dipinte. Sul davanti, in corrispondenza della *croce* il ricamo è particolarmente raffinato e minuto e sviluppa motivi fitomorfi. In questo ricco decoro sono presenti dei medaglioni entro i quali sono racchiuse delle figure simboliche, in particolare sono raffigurati al centro Dio Padre e ai lati gli apostoli san Pietro e san Paolo, sotto l'immagine di Dio Padre sono raffigurati sant'Odoardo e sant'Ermenegildo.
Nella *colonna* della pianeta invece sono presenti i simboli della famiglia Farnese, partendo dall'alto verso il basso troviamo i gigli di Francia, il mezzo unicorno, i tre giacinti barbuti e infine lo stemma della famiglia.
I gigli e i giacinti recano entrambe un'iscrizione purtroppo poco leggibile a causa di piccole abrasioni superficali presenti sulle lettere; lo studio su un testo dedicato a queste opere (4) ha permesso di capirne la scritta in greco di uno dei due motivi floreali: ΘΕΟΘΕΝ ΑΥ≡ΑΝΟΜΑΙ (Divinitus Auresco); questa è presente in un particolare di un affresco di Palazzo Farnese di Roma.



Fig. 1 il retro della pianeta Farnese prima del restauro

L'intervento di restauro della ditta Alfredo Clignon

La pianeta, all'arrivo in laboratorio presentava uno stato di conservazione classificabile in discreto.
Grazie alla presenza di alcuni numeri di inventario e in particolare alla targhetta stampata recante l'iscrizione del G.R.6396 [2] è stato possibile risalire all'intervento di restauro realizzato sulla pianeta dalla ditta fiorentina di Alfredo Clignon. Il restauro fu commissionato a seguito dell'alluvione del 1966. Grazie alla ricerca presso l'ufficio restauri dell'Opificio delle Pietre Dure è stato possibile rintracciarne la scheda di restauro.
Di seguito si riporta la relazione [3] (3)

L'opera d'arte è stata smontata in tutti i suoi pezzi come si può vedere dalla documentazione fotografica (fig. 1). Poiché detta opera contiene varie figure dipinte in teletta in argento e applicate sulla pianeta, nella impossibilità di poterle staccare, il lavaggio ha richiesto un minuzioso intervento con acqua distillata e minuscoli spazzolini in ogni parte dell'oggetto onde liberare il ricco ricamo dall'abbondante fango penetrato nel ricamo stesso. Non si è potuto procedere ad un lavaggio in immersione. Sul retro del ricamo, al tempo della realizzazione dell'opera era stato

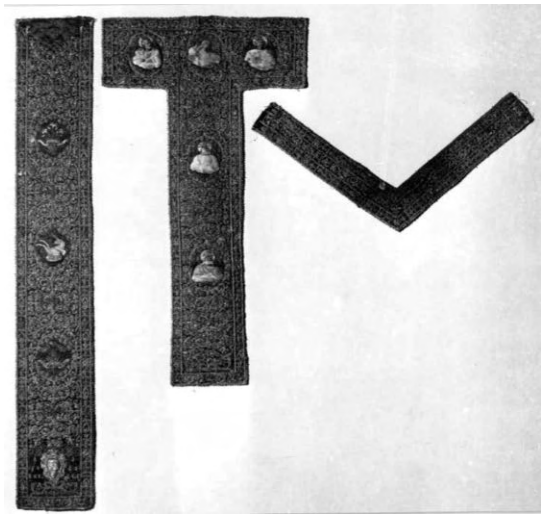


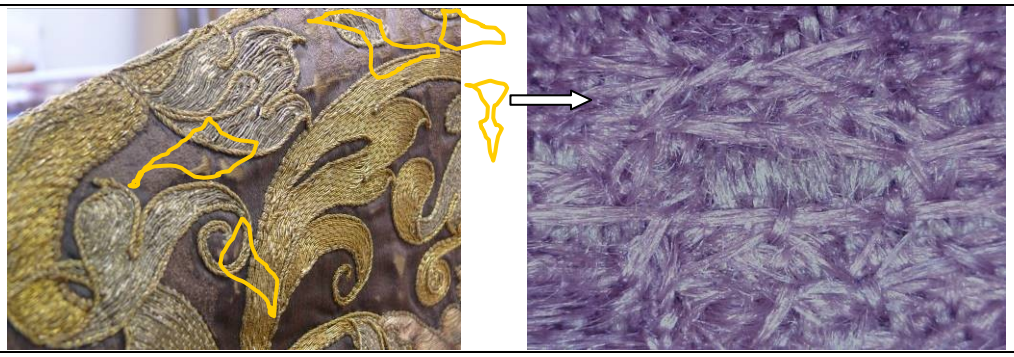


Fig. 1 documentazione fotografica della pianeta smontata durante il restauro

Pianeta del Cardinal Alessandro Farnese
Autore: arte fiorentina ricamo a punto steso
Oggetto: preziosa pianeta riccamente ricamata in oro sec XVI dei principi Farnese dall'elenco dell'alluvione N. 1396 mq. 2,50.
Ritiro opera: 6 marzo 1967, Riconsegna: 5 febbraio 1972
Radiografie: n. 8
Inizio restauro 30 giugno 1969 - Fine restauro:16 dicembre 1696
Restauratori: Marietta Clignon Natali e Lorenzetti Assunta
Lavoro eseguito su preventivo: perizia n.8 – 1696
applicato un collante per rendere più rigida la pianeta. L'umidità dell'alluvione aveva generato l'instaurarsi di una serie di piccolissimi vermi per cui si è dovuto ripassare il tutto con alcool puro.
L'intervento di restauro è consistito nel fermare molte parti del ricamo staccato e, lungo i margini contornanti la pianeta è stata reintegrata trama e tessuto logorati dall'uso del tempo.
La foderatura è stata rifoderata completamente nuova in seta ermesino in tinta. La fodera originale non era più usabile.
Rif. Ricevuti dall'archivio del Museo dell'Opera del Duomo di S.M. Fiore: pianeta con ricami in oro e applicazione: porta lo stemma e le imprese del Cardinale Alessandro Farnese (+1589) cioè il mezzo unicorno rampante, i gigli di Francia e i tre giacinti barbuti col mazzo.
Arte Veneziana della seconda metà del secolo XVI. In deposito al Museo dell'Opera del Duomo di Fiore.
Restauratore Alfredo Clignon. L'estensore Dott. Fanelli.

L'intervento di restauro conservativo

Il ritrovamento della relazione di restauro, e lo studio dello stato di conservazione della pianeta hanno permesso di progettare e pianificare un intervento di tipo conservativo, atto a tutelare tutto ciò che era stato fatto da Clignon perché oltre ad essere storicizzato, era stato ben eseguito sotto l'aspetto tecnico.



Figg. 1 -2 Part. degli interventi integrativi del raso di fondo macro e micro fotografici

La fase iniziale del restauro ha previsto la documentazione fotografica con scatti in digitale ad alta risoluzione, seguita poi da quella grafica. Lo stato di conservazione è stato rilevato attraverso la descrizione dei vari degradi e compilando una scheda con tutti i dati tecnici sulla tecnica esecutiva.
L'analisi visiva ha rilevato l'esteso intervento integrativo a carico del raso: tessuto di fondo del ricamo. Le mancanze degli orditi nel raso sono state minuziosamente integrate con finissimi filati di seta tinti appositamente di un colore identico a quello originale (fig. 1). Malgrado siano state eseguite delle macro fotografie al video microscopio non è stato possibile capire o comunque definire il criterio o il tipo di cucitura – ricamo utilizzato (fig. 2).
Le varie integrazioni sono state eseguite nelle parti laterali della *croce* e della *colonna*, laddove il raso era a vista, in alcuni parti sono state effettuate direttamente sul raso, in altre zone, invece sono stati posizionati sul retro della pianeta dei supporti di tela di cotone con la finalità, forse, di rinforzare le aree integrate (figura 3 e 4).



Figg. 3 e 4 Fronte e retro con l'integrazione del raso sul supporto in tela bianca (visibile lungo il perimetro delle figure dipinte)

A livello estetico questo vecchio intervento ha contribuito a mantenere l'identità formale della pianeta, tuttavia a livello conservativo, l'eccessivo infittimento dei punti in alcuni casi ha provocato delle deformazioni irreversibili a carico del tessuto di fondo, con formazione di piccole lacerazioni e consunzioni degli orditi nel raso. Altri interventi, però eseguiti con filati grossolani e con minor accuratezza sono stati rilevati nei girali delle foglie ricamate presenti nelle spalle (fig. 5) e la presenza di fermature a *punto posato* a carico di alcune figura dipinte (fig. 6). Questi "consolidamenti" hanno fatto ipotizzare che fossero una ripresa successiva, e forse non attribuibile alla mano della ditta fiorentina, anche perché non descritto nella relazione.



Fig. 5 part. dei punti lanciati sulla spalla



Fig. 6 fermatura a *punto posato* su figura dipinta



Fig. 7 area con caduta di colore



Fig. 8 part. al video microscopio della caduta di colore

Le perdite di canutiglie e delle lamine d'argento unite ad una naturale ossidazione rilevata su alcuni punti dei filati d'argento sono i restanti danni a carico del ricamo. Per quanto riguarda le figure dipinte lo stato di conservazione della pellicola pittorica era discreto, erano presenti delle cadute di colore imputabili forse all'alluvione e all'uso, poiché presenti soprattutto nella parte anteriore della pianeta (figg. 7 e 8). Anche se non è stato descritto nella relazione di restauro di Clignon, le figure dipinte sono state interessate da vari interventi di restauro forse proprio ad opera di Clignon stesso. In particolare nella figura di Dio Padre è stata rilevata la presenza di una piccola lacuna (fig. 9), che è risultata fondamentale per capire questo intervento, poi scoperto con la rimozione della fodera. Si tratta in particolare di veli di seta tinti di una tonalità beige e incollati solo nelle figure presenti nella *croce* (fig. 8); su queste figure, inoltre, è stata ritagliata la fodera di lino che sostiene il ricamo. Molto interessante e diffuso soprattutto nelle figure dipinte dei Santi presenti nella *croce* e degli angeli delle parti laterali della pianeta è il trattamento superficiale con dei collanti, finalizzato al consolidamento della teletta d'argento delle figure dipinte, un tempo degradata o rammendata, seguita poi, in alcuni punti, da una successiva ridipintura finalizzata alla ricostruzione delle parti mancanti. Questo visibile già ad occhio nudo è stato poi confermato mediante analisi al video microscopio (fig. 12). Questi trattamenti non sono né citati né descritti nella relazione di Clignon. Tuttavia grazie alla ricca documentazione fotografica dell'archivio fotografico dell'Opificio delle Pietre Dure (fig. 10), un esempio è la figura dell'angelo presente sul retro della pianeta (lato sinistro) è visibile prima dell'intervento un fittissimo e grossolano rammendo in corrispondenza del volto-collo, non più presente dopo il suo restauro (fig. 11).

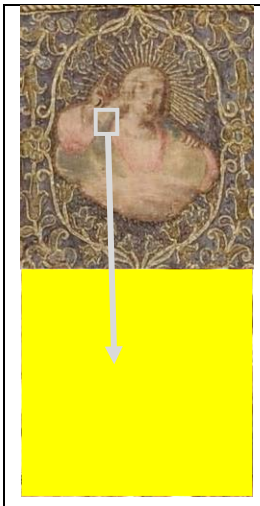


Fig. 9 figura di Dio Padre e fig. 10 part. del velo resinato



Fig. 10 Prima del restauro – documentazione dell'Archivio restauri



Fig. 11 dettaglio all'arrivo in laboratorio dopo il restauro di Clignon



Fig. 12 Macro della colla sul volto dell'angelo

Dopo la raccolta di tutte le informazioni non solo relative al precedente restauro di Clignon, ma soprattutto allo stato di conservazione della pianeta è stato possibile procedere con la fase operativa.
La prima parte dell'intervento è stata dedicata alla pulitura fisica ad aria per micro-aspirazione proteggendo la superficie pittorica e il raso di fondo con un supporto in tulle (fig. 13), e utilizzando un beccuccio in pirex dal piccolo diametro, così da poter eseguire una pulitura accurata sulla tridimensionalità del ricamo. Invece per la fodera è stata effettuata la macro-aspirazione.
I filati metallici sono stati poi tamponati con la gomma in lattice vulcanizzata per rimuovere parte dello sporco coerente (fig. 14), non solo, gli annerimenti superficiali delle lamine d'argento sono stati trattati localmente con la pietra d'agata che ne ha migliorato la superficie della lamina, come da esperienza già testata dal settore tessili dell'Opificio delle Pietre Dure [4] (5).



Fig. 13 micro-aspirazione



Fig. 14 pulitura con gomma in lattice vulcanizzata



Fig. 15 pulitura con la pietra d'agata e il micro-aspiratore

L'intervento di pulitura per via fisica e meccanica è stato preceduto da alcuni test finalizzati alla valutazione del metodo più idoneo da eseguire sulla pianeta sia come modalità esecutive (quantità di passate in ordito e trame o lungo il ricamo e potenza aspirante valutata in kPa, quest'ultima modulata a secondo delle aree da trattare). I risultati dalle prove hanno evidenziato la presenza molto esigua di sporco incoerente e pertanto è stata eseguita un solo passaggio lungo la direzione della trama e degli orditi sul raso e sulle figure dipinte. Per quest'ultime è stato preferito limitare l'azione del micro-aspiratore modulando opportunamente la potenza aspirante e ancora, per non stressare la pellicola pittorica è stato leggermente inclinato l'ugello in pirex rispetto al piano della superficie pittorica. Invece per lo sporco di natura coerente e gli annerimenti dei filati metallici avendo un riscontro sulla gomma in lattice vulcanizzata è stata fatta una solo passata di tamponatura lungo l'andamento dei motivi ricamati (tabella 1).

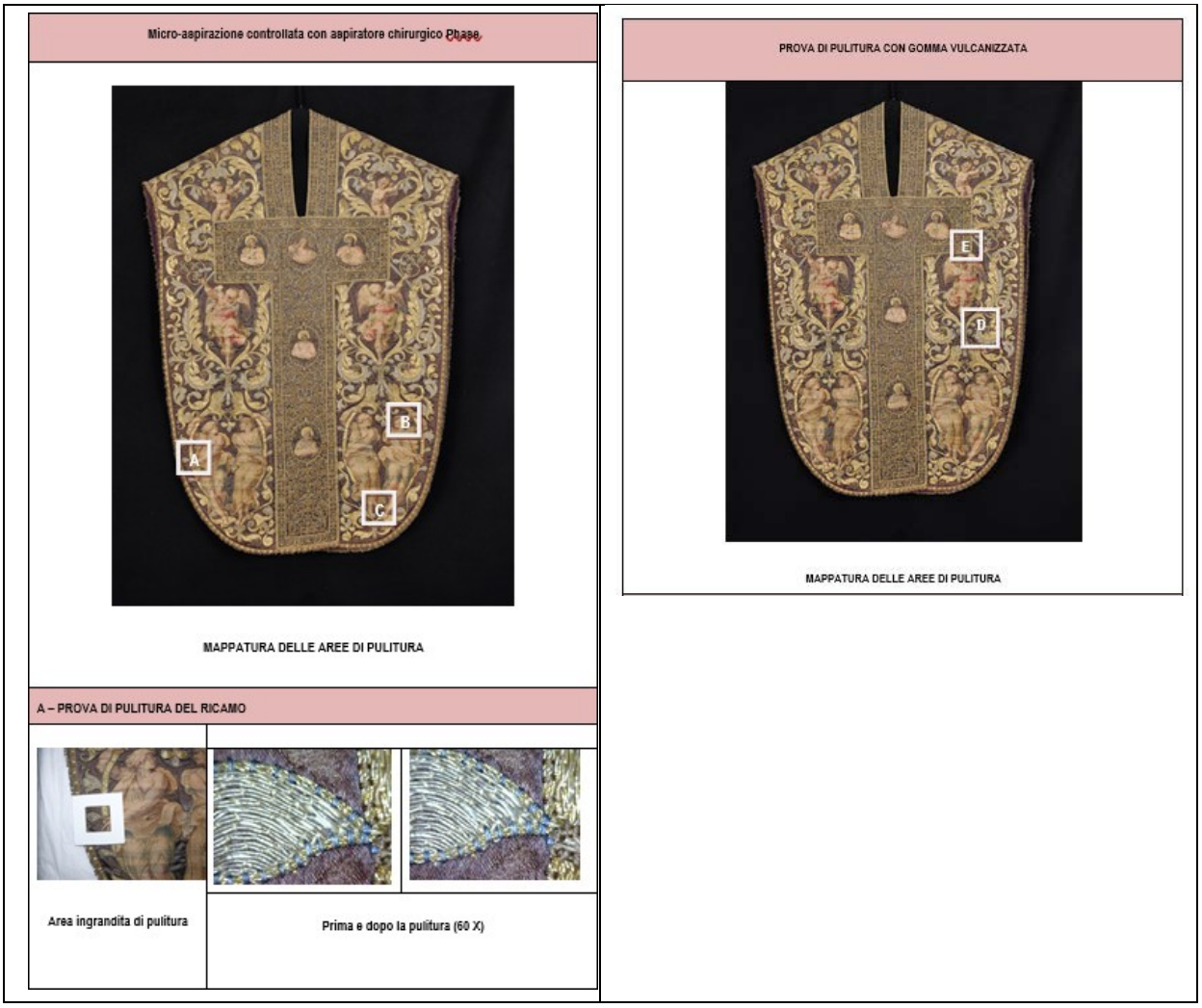


Tabella 1 esempi di due prove eseguite sul fronte della pianeta: la prima mediante micro-aspirazione, la seconda con la gomma in lattice vulcanizzata

Ultimata la pulitura fisica e meccanica, la fase successiva è stato il trattamento delle deformazioni e delle pieghe in corrispondenza delle figure dipinte. Inizialmente è stata testata la stabilità dei colori della figura angelica destinata al trattamento di umidificazione. Una piccola area è stata trattata con un tampone di cotone imbibito di acqua, i risultati non hanno evidenziato tracce di colore. Consapevoli della presenza delle pieghe anche nelle fotografie d'archivio (fig. 16) e soprattutto della pellicola pittorica, è stato preferito umidificare il retro delle telette d'argento dipinte prima con il nebulizzatore ad ultrasuoni e poi con la membrana semipermeabile Gore-tex®, in una piccola area la membrana è stata posizionata anche sul fronte ma solo per le parti limitrofe alla superficie pittorica.

Le varie prove e la combinazione di metodi diversi di rilascio di umidità hanno permesso di umidificare gradualmente prima il supporto in lino, poi il raso e per ultimo il retro delle parti dipinte, per evitare una proliferazione dell'umidità sul fronte dipinto è stata utilizzata sul retro anche una piccola tavola a bassa pressione che ha permesso di velocizzare la fase di asciugatura. L'intervento è stato molto limitato perché comunque le pieghe si attenuavano poco (fig. 17), non solo, umidificare continuamente il retro avrebbe potuto provocare l'umidificazione del fronte e quindi poteva provocare delle contrazioni a carico della pellicola pittorica.

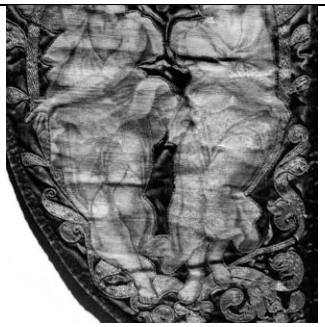


Fig. 16 fotografia d'archivio



Fig. 17 dopo l'umidificazione

La parte finale dell'intervento è stata quella del consolidamento di tutte le aree che presentavano rammendi grossolani e deleteri per la materia tessile ed è stato deciso di rimuoverle e di procedere con delle fermature che non andassero ad interferire con le superfici pittoriche. Per i rammendi presenti sui ricami nelle spalle, una volta smontati sono stati opportunamente riposizionati i filati metallici e sono stati fermati ad ago a *punto tela* con organzino di seta doppio. Questo tipo di cucitura ne ha migliorato la leggibilità del ricamo.
Invece per le piccole lacerazioni del tessuto in raso, individuate soprattutto nelle aree di maggiore tensione meccanica come quella delle spalle, e dovute in parte anche alle integrazioni del vecchio intervento, sono state stabilizzate localmente a *punto posato* con organzino di seta tinto dello stesso colore degli orditi della pianeta.
Per le figure dipinte sono state eseguite due differenti interventi perché erano presenti problematiche diverse da affrontare. La prima era la rimozione del grossolano *punto posato* presente sia nell'angelo, che nella figura angelica, entrambi presenti sul fronte dell'opera nella parte laterale destra. Dopo la rimozione dei rammendi è stato inserito un piccolo supporto di organza tinto di un colore simile al tessuto di fondo della parte dipinta, e la fermatura a cucito delle trame libere è stata eseguita con organzino di seta a *punto saia* avendo cura di non penetrare nella superficie pittorica. La scelta di questo punto è stata dettata dalla possibilità di penetrare il meno possibile nella materia seguendo quello che è il metodo del "minimo intervento" (4) e poi perché tecnicamente la cucitura a scansione saia rispetta l'originale armatura del tessuto utilizzato come supporto per realizzare le figure dipinte (fig. 18 -21).



Fig. 18 prima del restauro



Fig. 19 dopo il consolidamento



Figg. 20 macro prima del consolidamento



Figg. 21 macro fotografia dopo il consolidamento

Una parte nevralgica sulla quale è stato difficile intervenire è la figura del registro inferiore del lato sinistro della pianeta. Questa zona in realtà ha permesso di chiarire i vari interventi di incollaggio con ridipintura a carico di tutte quelle aree un tempo rammendate, come documentate nell'archivio prima del restauro fiorentino. La figura angelica in corrispondenza dell'addome presentava un incollaggio e una ridipintura superficiale, tuttavia l'adesività superficiale che un tempo compattava le trame è venuta a mancare e si è aperta l'area lasciando a vista un supporto in tela di cotone identico a quello che Clignon aveva utilizzato per le integrazioni del raso [5] (figg. 22 e 23). Questo supporto aveva perso la sua originaria adesività, tanto che è stato deciso di rimuoverlo perché non più funzionale e non riattivabile, tuttavia non è stato possibile rimuoverla del tutto perché era in parte risultava cucita o incollata al cordonetto perimetrale in seta che rifinisce la figura dipinta (fig. 24). Questa informazione è stata molto importante per capire come Clignon o chi per lui abbia potuto eseguire l'intervento. Non si può quindi escludere l'ipotesi che siano stati operati degli smontaggi parziali o totali delle figure per consolidarle, senza però, documentare l'intervento nella relazione. Il consolidamento è avvenuto come per le altre figure dipinte, ovvero inserendo lo stesso supporto in organza di seta e fermandolo a *punto saia* con organzino di seta (fig. 25).



Fig. 22 prima del consolidamento



Fig. 23 il supporto in tela di cotone



Fig. 24 la rimozione del supporto

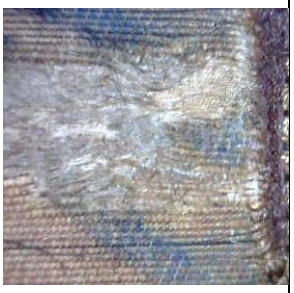


Fig. 25 dopo il consolidamento

Per quanto riguarda la pellicola pittorica non necessitava di ulteriori consolidamenti, pertanto la fase finale dell'intervento è stata dedicata al bloccaggio dei filati metallici che caratterizzavano il tessuto delle figure dipinte. Le fermature sono state eseguite solo con organzino di seta avendo cura di bloccare i filati metallici laddove non c'era la parte dipinta e lungo i bordi perimetrali.
Le canutiglie e i piccoli elementi metallici che arricchivano il ricamo sono stati fermati con organzino di seta doppio e seguendo la tecnica originale. L'intervento è stato ultimato con la foderatura della pianeta, eseguita con la stessa tecnica di fermatura e il medesimo tessuto utilizzato da Clignon (figg. 26 e 27).



Figg. 26 e 27 fronte e retro dopo il restauro

NOTE

[1] Il laboratorio di Tessili dell'Opificio delle Pietre Dure nasce nel novembre del 1981, quando Susanna Conti allora studentessa vinse il concorso nazionale, e il direttore storico dell'arte Loretta Dolcini decise di suddividere le mansioni tra le due uniche restauratrici con i due settori "Arazzi" e "Tessuti". Questa suddivisione ha portato ad una forte specializzazione a quello già esistente di arazzi. Il primo incontro con Clignon Susanna Conti lo ebbe nel 1975.

[2] G.R. è l'acronimo per Gabinetto Restauri. Seguito poi da un numero univoco che ne identifica la scheda di ogni restauro
seguito dall'Opificio delle Pietre Dure.

[3] (3) La relazione di restauro della Pianeta Farnese è presente nel faldone 1, gli estremi cronologici sono 1967 – 1972 [FC]14. FC identifica il Fondo Clignon e il numero progressivo coincide con il restauro eseguito.

[4] L'esperienza della pulitura dei filati metallici con la pietra d'agata è stata pubblicata dall'Opificio delle Pietre Dure in: S. Conti, M. G. Vaccari, 2010 – I "veli" bizantini del Museo Marciano di Venezia. La pulitura: problemi, sperimentazioni, risultati. In: Le Antologie di OPD Restauro: il restauro dei materiali e poi è stata sperimentata con buoni risultati nella tesi Tesi di laurea di V. Nicastro, AA. 2011-2012 - Il caso dell'arazzo con la Deposizione dalla Croce del Museo di Milano: problematiche dell'intervento conservativo e della proposta espositiva. Tesi di laurea magistrale, Università degli Studi di Torino, in convenzione con la Fondazione Centro Conservazione e Restauro dei Beni Culturali

[5] Le tele resinate le cita anche Susanna Conti sul libro dedicato a Clignon e scrive: *ricordo alcuni interventi eseguiti da Clignon per mantenere lo status quo di alcuni frammenti danneggiati dall'alluvione. Egli utilizzò una tecnica di consolidamento strutturale che prevedeva l'applicazione all'opera di un supporto resinato.* Avendo un campione in

laboratorio la prof.sa Conti lo fece analizzare all'Opificio è altro non era altro che un tessuto di cotone ad armatura tela trattato su una delle due superfici con una resina paraffinica. Questo tipo di applicazione avveniva a caldo e non era invasivo nei confronti dell'opera perché non penetrava nella materia ed era facilmente rimovibile meccanicamente.
Molto probabilmente la tela ritrovata sulla pianeta Farnese è la stessa di quella descritta nel testo, purtroppo non è stato possibile farne un confronto tecnico perché il restauro fu eseguito prima della pubblicazione del libro.

BIBLIOGRAFIA

(1) S. Conti, il contributo dei Clignon nella conservazione dei tessili. Alfredo Clignon. Restauratore di arazzi e stoffe (1909 – 1985), Edifir, 2016, pagg. 39 – 48.
(2) L. Dolcini, da Guasparri Papini a Alfredo Clignon. Il restauro degli arazzi dal XVI al XVI secolo. Alfredo Clignon. Restauratore di arazzi e stoffe (1909 – 1985), Edifir, 2016 pagg. 18-24.
(3) D. Di Giacomo. Il Fondo Clignon. Alfredo Clignon. Restauratore di arazzi e stoffe (1909 – 1985), Edifir, 2016, pagg. 105,136, 145.
(4) P. Peri, Tesori d'arte dell'Annunziata di Firenze, Alinari, 1987.
(5) M. Ciatti, S. Conti, M. L. De Campos Costa, Minimo intervento, limiti e soluzioni per la sua applicazione nelle due bandinelle di S. Maria a Quarto. OPD restauro – 19, Centro Di, Firenze 2007

Ringraziamo sentitamente la prof.ssa Susanna Conti, mentore e prezioso aiuto anche in questa occasione di restauro e il Dott. Bruno Santi per l'importante collaborazione nel seguire i restauri per il nuovo museo.
Ringraziamo, inoltre, l'alta sorveglianza della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Firenze e per le province di Pistoia e Prato, nella persona del funzionario Dott.ssa Maria Matilde Simari che ha seguito l'andamento dei lavori con costanza e passione.

Ringraziamo anche la restauratrice Elena Cerra per la collaborazione per il restauro della pianeta.

L RESTAURO DI UN' OPERA CONTEMPORANEAMENTE ANTICA E MODERNA: IL DIPINTO SU TELA *MODIFICATION* 1962 DI ASGER JORN

Paolo Bensi*, Annamaria D'Ottavi**

*Già docente del Dipartimento Architettura e Design dell'Università di Genova, via del Maglio 11/12, 16015, Casella (Genova), 320 1954924, paolobensi49@gmail.com
**MAUVE srl Restauro e Conservazione, Cannaregio 5261/B, 30121 Venezia, 0412379739, a.dottavi@mauve- srl.it

Abstract

Il dipinto, di proprietà privata, fa parte di una serie di opere di Asger Jorn (1914-1973), definite *Modifications* (1959-1962), espressione del movimento artistico-culturale del Situazionismo. In questo caso, l'artista interviene su un dipinto ottocentesco, un'opera palesemente banale e proprio per questo scelto per apporvi le proprie modificazioni, che comportano il sovvertimento del significato dell'opera originale. L'intervento di restauro in oggetto è avvenuto in occasione della mostra *The Most Dangerous Game*, che si è svolta nelle sedi di Berlino (HKW, Haus der Kulturen der Welt) e di Venezia (Arsenale Institute for Politics of Representation) nell'autunno del 2018.
Lo stato conservativo dell'opera risultava compromesso; in particolare gli strati preparatori e pittorici si trovavano in una condizione di precaria adesione lungo i margini della tela e in prossimità di lacune antiche. L'intervento di restauro si è dovuto confrontare con le scelte dall'artista, partendo dal presupposto di operare per la conservazione del dipinto rispettando tutti gli elementi che la compongono, a partire dalla tela originale, assurta a simbolo di opera "antica", non puro substrato materico ma stimolo per la creatività di Jorn: l'esistenza e la conservazione dell'opera è strettamente legata alla conservazione del dipinto preesistente. Ci si è dunque trovati di fronte ad un oggetto dalla stratigrafia complessa e polimaterica, che ha comportato attente riflessioni e scelte critiche e metodologiche adeguate per l'intervento conservativo.



Figura 1. *Modification* (unfinisched modification) c.1962, dimensioni: 82 x 100 cm
Fotografia generale a luce diffusa del dipinto prima dell'intervento di restauro



Figura 2. Fotografia generale a luce diffusa dopo l'intervento di restauro

P.Bensi, **Alcune considerazioni sui procedimenti espressivi di Asger Jorn**

L'artista danese Asger Jorn (vero nome: Asger Oluf Jørgersen; Vejrum 1914-Aarhaus 1973), è stato uno dei protagonisti delle avanguardie europee del dopoguerra; fondatore del gruppo CoBrA nel 1948, si distingue successivamente per essere uno dei più attivi partecipanti, con scritti ed opere, alla complessa e variegata galassia del movimento dell'Internazionale Situazionista dal 1957 al 1962.. Ricordiamo che una vasta parte della produzione di Jorn ha avuto luogo in Italia, ad Albissola Marina (in provincia di Savona), dove ha lavorato sui materiali ceramici e non solo, dal 1954 per quasi vent'anni, e dove oggi ha sede di uno dei due musei a lui dedicati – l'altro si trova a Silkeborg in Danimarca **[1]**.
Tra le innumerevoli sperimentazioni compiute vogliamo soffermarci su una serie di opere intitolate *Modifications*, eseguite tra il 1959 e il 1962, a cui appartiene il dipinto oggetto dell'intervento di restauro compiuto da MAUVE srl.
La prima presentazione ufficiale al pubblico della serie è avvenuta nel maggio del 1959 alla Galerie Rive Gauche di Parigi. Il testo che accompagna la mostra è intitolato "Peinture détournée", che viene tradotta in genere come "Pittura deviata", che va intesa come uno spiazzamento delle aspettative dell'osservatore di fronte ai drastici interventi di 'modernizzazione' attuati da Jorn. Riportiamo integralmente lo scritto che apriva il catalogo:
"Peinture détournée. Destiné au grand public. Se lit sans effort. Soyez modernes, / collectionneurs, musée. / Si vous avez des peintures anciennes, / ne désespérez pas. / Gardez vos souvenirs / mais détournez-les / pourqu'ils correspondent à votre époque. / Pourquoi rejeter l'ancien / si on peut le moderniser / avec quelques traits de pinceaux? / Ça Jette de l'actualité / sur votre vieille culture. / Soyez à la page, / et distingués/ du même coup. / La peinture, c'est fini. / Autant donner le coup de grace. / Détournez. / Vive la peinture" **[2].**
L'artista si rivolge al 'grosso pubblico' con un provocatorio invito ai collezionisti e ai musei che possiedono pitture antiche a non disperare, dato che i ricordi possono essere 'deviati' (o dirottati) per adeguarli alla nuova epoca. L'antico può essere modernizzato con 'poche pennellate', introducendo l'attualità nella vecchia cultura. Conclude con l'incitamento beffardo: "La pittura è finita / Tanto vale dargli il colpo di grazia / Deviate / Viva la pittura". Seguiva poi un testo più lungo e più articolato, in cui il pittore spiegava le proprie posizioni ai "conoscitori".
Le premesse delle proposte di Jorn risalgono almeno a 10 anni prima, quando aveva prodotto diverse opere intervenendo su riproduzioni di opere famose di Raffaello, Manet, Renoir con aggressivi tratti neri, trasformandole e demistificandole. Naturalmente alla base di queste ricerche possiamo porre i baffi applicati alla

Gioconda da Duchamp nel 1919 (nell'opera *L.H.O.O.Q.*) e altre sue opere , da cui però Jorn e i situazionisti prendono le distanze, proponendosi di andare oltre rispetto alla pura provocazione, per costruire una nuova forma di attività artistica "superiore". Nel 1959 l'artista propone delle tele, recuperate nelle soffitte delle famiglie delle donne che frequentava o nei mercatini d'antiquariato a basso prezzo, con soggetti volutamente scelti tra i più banali e convenzionali, in genere paesaggi oleografici, espressione di un gusto kitsch molto diffuso, ma fondamentale, secondo Jorn, come base di partenza per una nuova estetica. Su di esse dipinge, con tratti rozzi ma molto espressivi, figure inquietanti e mostruose, tra cui animali di dimensioni fuori scala rispetto ai soggetti delle tele originali, come si osserva in *Le canard inquiétant* (Silkeborg, Kunstmuseum), oppure forme ectoplasmatiche accanto o sopra a figure umane: nel nostro caso ha inserito due figure grottesche di profilo nel fogliame degli alberi che dominano la scena campestre **(**Fig.1- Fig.2**) [3]**.
Negli stessi anni opere simili erano elaborate anche da Enrico Baj e Daniel Spoerri: Baj, che fu legato a Jorn da una lunga amicizia, introduceva esseri di altri pianeti in paesaggi montani (*L'invasione della Svizzera*, 1959), mentre Spoerri applicava su quadri dello stesso tipo vere rubinetterie (*La douche*, 1961, della serie *Détrompe l'oeil*), ponendosi al confine con le installazioni **[4]**.
Non abbiamo purtroppo dati tecnici su opere di Jorn della serie di nostro interesse, *Modifications*, possiamo però fare riferimento a dipinti di artisti che avevano affinità negli stessi anni con le ricerche da lui condotte, Sono state pubblicate le ricerche effettuate su alcuni dipinti di Enrico Baj del 1957-58 appartenenti alla collezione Boschi Di Stefano, realizzati in buona parte con leganti oleosi ma in alcune zone anche con polimeri alchidici, che dovrebbero corrispondere agli "smalti sintetici" citati dall'artista; la tavolozza comprende sia colori tradizionali che pigmenti di recente diffusione, come il verde di ftalocianina **[5]**.
Pinot Gallizio – chimico, erborista, pittore - ha avuto per qualche tempo dei contatti abbastanza stretti con Jorn in Italia: disponiamo di dati relativi ad alcune tele di grande formato degli anni Cinquanta-Sessanta, dove mescola e affianca leganti oleosi e polimeri sintetici, sia nelle preparazioni che negli strati pittorici. I problemi di conservazione osservati riguardano soprattutto la fragilità dei supporti e la scarsa adesione, in alcuni casi, della pellicola pittorica agli strati di fondo **[6]**. Nelle sue opere, come in quelle di Baj e di altri artisti italiani degli anni Cinquanta, si nota la convivenza di materiali tradizionali e prodotti industriali, con ricadute a volte gravi sulla loro stabilità nel tempo.
Sono noti i risultati di studi scientifici compiuti su dipinti di Jorn di epoche successive, dove adotta procedimenti diversi, basati sostanzialmente su impasti più materici e su materiali prevalentemente sintetici: saranno citati nella parte che segue, curata da Annamaria D'Ottavi.
L'opera in oggetto, per le sue caratteristiche di applicazione di inserti moderni su una base "antica" e tradizionale ha costituito una interessante sfida all'atto dell'intervento conservativo, alla cui relazione lascio ora spazio.

A.D'Ottavi, **Intervento di restauro**

Il dipinto, conservato in una collezione privata, si inserisce nel particolare ciclo di opere di Asger Jorn (1914-1973), definite *Modifications* (1959-1962), espressione della poetica dell'artista basata sul concetto di "detournement". L'artista interviene su un dipinto dell'Ottocento o del primo Novecento, raffigurante un paesaggio con mucche al pascolo, un dipinto palesemente banale, proprio per questo scelto per apporvi le proprie modifiche, quasi vandaliche, che comportano il sovvertimento del significato dell'opera originale. I mutamenti introdotti fanno sì che l'opera assuma una nuova vita, diventando simbolo di rinnovamento culturale, dove anche la scelta dell'opera "anonima" su cui intervenire diviene elemento di critica nei riguardi della tradizione accademica, ma che esprime anche l'attenzione di Jorn nei riguardi della cultura popolare.
Rispetto ad altri dipinti di Jorn, appartenenti al ciclo delle *Modifications*, il dipinto oggetto del nostro intervento (Fig.1 e Fig.2), appare meno destabilizzante, la sovrapposizione di materiale pittorico risulta meno "invasiva", è sottile e omogenea, poco corposa, coprente, monocromatica, un tipo di stesura che richiama il tipo di tecnica utilizzato dall'artista prima del 1939. Questa minore invasività si spiega con il fatto che il dipinto va a porsi come un ulteriore passo nel percorso artistico di Jorn, proiettato verso la dimostrazione del concetto hegeliano di fine dell'arte. Il dipinto viene denominato nelle fonti come *Unfinished Modification*, "modificazione non finita", a indicare come per l'artista l'intervenire e intenzionalmente non finire fosse l'unico modo di decretare la fine dell'arte: queste considerazioni sono emerse nel corso degli incontri avuti con Marie Letz e con Wolfgang Scheppe, direttore dell'*Arsenale Institute for Politics of Representation* di Venezia **[7]**.
L'intervento di restauro si è dovuto confrontare con il linguaggio artistico espresso dall'artista, definendo come fosse necessario operare per la sua conservazione rispettando tutti gli elementi che sono stati fondamentali nella scelta da parte di Jorn di assurgerla a simbolo di opera "banalmente antica". Tra questi può aver avuto una certa rilevanza anche la presenza di una firma frammentaria presente nell'angolo inferiore sinistro (Fig.5). Le tracce delle lettere che componevano la firma vanno a costituire insieme alla cromia del copricapo della figura del pastore e di alcune pennellate che vanno a definire il fagotto ai piedi dell'albero sulla destra, le uniche note di colore rosso nel dipinto. L'esistenza e la conservazione dell'opera di Jorn è quindi strettamente legata alla conservazione del dipinto preesistente, che si pone come substrato materico ed estetico. La nuova opera assume

così una stratigrafia complessa e polimaterica, determinando le scelte critiche d'intervento: le tracce del tempo sul dipinto di base dovevano essere mantenute, nella misura in cui non precludessero la sua conservazione e fruizione, perché funzionali al significato del nuovo oggetto, che inoltre si pone concettualmente come non finito, ma per noi risulta matericamente concluso.



Figura 3. Fotografia generale ai raggi UV



Figura 4. Particolare del dipinto a luce radente

Il dipinto preesistente è strutturato in modo tradizionale, realizzato ad olio, con uno strato preparatorio chiaro di spessore sottile apposto su una tela ad armatura semplice fitta, tensionata su di un telaio ligneo di tipo mobile con incastri a tenone mortasa a mezzo legno, già espanso. Il telaio è provvisto di due biette angolari di espansione per angolo e una crociera centrale con una bietta negli incastri delle rompitratte.
L'opera risultava già restaurata antecedentemente all'intervento di Jorn, senza nascondere i segni del suo tempo-vita. Infatti è riscontrabile uno strato filmogeno di vernice alterata (probabilmente vernice terpenica), alcuni piccoli vecchi ritocchi alterati, lacune lungo i margini e traccia del telaio. Inoltre sul retro del dipinto ci sono tre toppe in tessuto con margini sfrangiati, incollati debolmente con un adesivo di natura proteica (Fig.6). In corrispondenza di queste toppe sul verso del dipinto vi sono piccoli ritocchi, ma non sono stati riscontrati danni riguardanti il supporto tessile originale. L'intervento pittorico di Jorn modifica e si sovrappone al dipinto "antico" attraverso un intervento coloristico parziale, con colori opachi, coprenti, parzialmente sensibili alle sostanze polari, e un ulteriore strato disomogeneo, con fluorescenza chiara, dall'aspetto meno lucido rispetto allo strato di vernice del dipinto sottostante, sovrammesso in modo localizzato, che non costituisce uno strato di chiusura dell'intera area del dipinto, ma che si concentra maggiormente sulla *Modification* e le zone laterali (Fig.3).



Figura 5. Fotografia generale del retro del dipinto



Figura 6. Particolare della firma frammentaria presente sull'angolo inferiore sinistro

Lo stato conservativo dell'opera risultava compromesso, in particolare l'adesione degli strati preparatori e pittorici del film pittorico "antico", in prossimità delle lacune lungo i margini, risultava precaria. Dal confronto

con l'immagine fotografica del dipinto presente nel catalogo *Asger Jorn – Supplement paintings 1930-1973* di Guy Atkins (Fig.7), anteriore al 1986, si nota come la situazione lacunosa del dipinto ottocentesco sia preesistente all'intervento di Jorn; si puo' osservare altresì un leggero aggravamento riguardante la perdita di materiale pittorico lungo il margine inferiore e destro prima dell'ultimo restauro (Fig.8) **[8]**.



Figura 7. Foto tratta dal catalogo Asger Jorn – *Supplementpainings 1930-1973. From the Period 1954-64 Volume II "Asger Jorn : the crucial years"*



Guy Atkins

Figura 8. Fotografia generale del dipinto, per confronto aggravamento perdita di materiale pittorico lungo i margini inferiore e destro del dipinto

Non è stato possibile effettuare delle analisi su microcampioni per identificare la natura dei materiali utilizzati da Jorn in quanto l'intervento di restauro si è dovuto svolgere in un brevissimo arco di tempo, per consentire il trasporto dell'opera dalla sede in cui normalmente si trova al museo di Berlino per la mostra *The Most Dangerous Game* del 2018.

Si è cercato di supplire all'assenza di un dato oggettivo scientifico, determinata dalla mancata analisi stratigrafica qualitativa dei materiali presenti, attraverso lo studio delle fonti riguardanti l'artista, le sue opere e gli interventi di restauro su queste ultime, divenuti casi di studio. L'osservazione del dipinto tramite le analisi non invasive ha portato ad escludere che la *Modification* di Jorn sia realizzata con colori ad olio, è più probabile che si tratti di colori con componente sintetica.

A differenza di altre opere dell'artista non si sono riscontrati fenomeni di micro-delaminazione del film pittorico dovute all'interazione tra un substrato contenente zinco e gli strati pittorici contenenti acidi grassi carbossilici , in quanto le caratteristiche materiche del film pittorico apposto da Jorn che in questo caso risulta sottile, omogeneo, poco corposo, è sovrapposto allo strato di vernice del dipinto sottostante **[9]**.

I sollevamenti presenti riguardavano problemi di adesione tra lo strato preparatorio ed il supporto tessile, quindi coinvolgevano gli strati appartenenti al dipinto "antico" su cui Jorn ha apposto il suo operato. La tela risultava deformata e allentata (Fig.4) . Vi era la presenza di sporco semi-adeso alla superficie pittorica.

Dalle analisi non invasive svolte si desume la presenza di due strati protettivi, uno maggiormente alterato e disomogeneo, al di sotto dell'intervento di Jorn e uno strato superficiale a chiusura della *Modification*, disomogeneo e parziale, discontinuo.

L'intervento di restauro, si è articolato attraverso le operazioni strutturali conservative di appianamento delle deformazioni del supporto, attraverso l'utilizzo sinergico di una umidificazione indiretta del supporto all'interno di una camera climatica realizzata con del melinex, controllando i livelli di umidità relativa e temperatura raggiunti tramite un termoigrometro posizionato all'interno della stessa e con un sistema di tensionamento elastico con fasce perimetrali interinali in poliestere applicate con BEVA film. Una successiva fase di consolidamento degli strati è stata effettuata con resina termoplastica - Plexisol P550 diluito 1:8 in una miscela di white spirit e cicloesano in rapporto 1:3 - riattivando il consolidante termoplastico, una volta evaporato il solvente. L'operazione strutturale è stata conclusa tramite l'applicazione di strisce perimetrali tessili sfrangiate e incollate sul retro dei margini del supporto tessile originale tramite BEVA film, operazione necessaria per il ritensionamento della tela sul telaio ligneo. Le strisce perimetrali sono state preparate tensionando il tessuto e rimuovendo dei fili di armatura in modo da ottenere una fascia di sfrangiatura, per poi poter essere apprettare con BEVA 379 diluito in White spirit applicato a pennello mantenendo la sfrangiatura ordinata. L'incollaggio delle fasce tessili è avvenuto in due momenti distinti, tramite la riattivazione a caldo dell'adesivo termoplastico, in una prima fase sono state incollate le aree su cui si era precedentemente operata la sfrangiatura del tessuto, nella seconda fase, dopo il tensionamento del dipinto sul telaio, si sono fatte aderire le fasce nelle aree corrispondenti al risvolto del bordo di chiodatura della tela originale, in modo da ridurre lo stress meccanico lungo la linea di piegatura, anche se privo di strati pittorici.

Sono state mantenute le vecchie toppe presenti, dopo aver verificato che non stessero creando un'impronta con ripercussioni sugli strati pittorici, considerandole un elemento del vissuto del dipinto scelto da Jorn.
Per quel che riguarda la fase di pulitura della superficie pittorica si è necessariamente limitato l'intervento alla rimozione dello sporco non adeso e semi-adeso, utilizzando sistemi di *dry cleanning* e *surface cleanning*, attuando una pulitura superficiale con mantenimento degli strati protettivi, così come i vecchi interventi di restauro, anche se alterati, per non andare a rimuovere elementi identificativi del dipinto "antico", che avevano orientato la scelta da parte di Jorn per la sua *Modification.*
Dalle fonti sia letterarie, riguardanti testimonianze sull'utilizzo dei materiali pittorici di Jorn, in particolare da quanto riferito da Guy Atkinson che ha curato il catalogo ragionato dell'artista, e che trovano riscontro anche nei tubetti di colore, appartenuti all'artista, conservati allo Jorn Museum a Silkeborg, veniamo a sapere della preferenza da parte dell'artista per i colori ad olio, ma anche dell'utilizzo di tempere, acquerelli, e colori acrilici, materiali commerciali, a volte combinati tra loro. Il restauratore Filiz Kuvvetli ipotizza l'utilizzo di emulsioni da parte dell'artista. Jorn preferiva una tecnica di realizzazione veloce dei suoi dipinti, per questo motivo oltre ad utilizzare colori Schmincke e Fritze Lack, quando stava lavorando a Monaco, e LeFebvre Foiet durante il suo soggiorno a Parigi, usava aggiungere siccativi (Lefranc-Bourgeois), oltre che vernice dammar e trementina veneta, in particolare negli ultimi anni. Privilegiando una tecnica di stesura "wet on wet", quindi su strati non asciutti, non utilizzava strati di vernice intermedi **[10]**.
Nel linguaggio pittorico di Jorn, espresso attraverso scelte tecniche e di materiali utilizzati, importante era la creazione di contrasti di saturazione, con effetti di brillantezza e opacità tra le diverse campiture di colore. Per ottenere tali effetti utilizzava anche come additivi agli impasti pittorici sabbia e gomma arabica. Questo aspetto che abbiamo tenuto in considerazione nell'approccio alla pulitura del dipinto oggetto del nostro intervento, in quanto sebbene sia presente uno strato protettivo al di sopra della *Modification*, era percepibile un contrasto di questo tipo tra il dipinto sottostante e quello più recente. Il dipinto antico, avendo uno strato di vernice più omogeneo e di natura terpenica, risultava maggiormente lucido rispetto alla *Modification* di Jorn.
Nel corpus delle opere dell'artista purtroppo questi effetti di lucido-opaco hanno subito delle alterazioni, dovute alla migrazione del legante in modo differenziato che ha portato ad una diverso inglobamento dello sporco superficiale, facendo divenire opache stesure che originariamente erano lucide, rendendo difficoltose gli interventi di pulitura superficiale.
L'aspetto operativo di criticità sottolineato nei diversi studi e restauri realizzati su opere di Jorn è la necessità di affrontare la pulitura superficiale in modo differenziato in quanto spesso presenti campiture di colore con diversa sensibilità alle sostanze utilizzate per gli interventi di pulitura (utilizzo di metodi acquosi, utilizzo di tensioattivi, solventi organici, sistemi di pulitura a secco). In particolare si è evidenziata una maggiore sensibilità alle sostanze polari delle campiture blu scure, verdi scure e gialle (composte principalmente da blu ultramarino, verde ossido di cromo e giallo di cadmio). Nel nostro dipinto la modifica di Jorn risulta monocromatica con una tonalità blu-verde, probabilmente basata su pigmenti sopra indicati che infatti è risultata sensibile ai solventi polari **[11]**.
Dopo la misurazione del pH della superficie su tre aree del dipinto, in base ai risultati sono state testate le soluzioni tampone a pH 5.5, con e senza additivi chelanti e tensioattivi. A seguito dei saggi di pulitura si è potuto procedere con la pulitura superficiale del dipinto, utilizzando la soluzione tampone citrato a pH5.5 nelle aree del dipinto prive dell'intervento di Jorn, mentre nelle altre zone, si era appurato una maggiore sensibilità al sistema di pulitura acquoso. Non si aveva un rigonfiamento di sostanze filmogene, ma il colore della *Modification* presentava un leggera sensibilità alle sostanze polari, come si è detto. Di conseguenza si è reso necessario un approccio diversificato alle diverse aree del dipinto. Si è operata una pulitura a secco con polvere di gomma e pennelli morbidi, rimuovendo poi i residui tramite aspirazione. E' stato possibile operare attraverso un sistema di pulitura a secco vista l'assenza di uno strato pittorico materico, fragile, caratteristico di altre sue opere e che avrebbe portato all'esclusione dell'utilizzo di sistemi meccanici. Il risultato ottenuto tramite la metodologia *dry cleanning* è stato valutato soddisfacente e non si è proceduto con ulteriori test di pulitura superficiale (con solventi siliconici e Velvesil, applicati ad altri dipinti di artisti del gruppo CoBrA, ma mai su opere di Jorn) preferendo la metodologia operativa più semplice e valutando il minimo rischio necessario per portare a termine l'operazione **[12]**.
Nonostante si sia riscontrata una leggera perdita di materiale pittorico "antico" soprattutto lungo il margine inferiore e destro, in prossimità del bordo di risvolto della tela sul telaio, si è ritenuto di non intervenire tramite un intervento di integrazione materica e pittorica, in quanto la zona era già frammentaria e lacunosa al momento della *Modification,* mentre si è valutato che le nuove cadute di film pittorico non andassero ad incidere con un'alterazione/ perdita di significato dell'opera.

Conclusioni

L'intervento di restauro, che si pone sempre come un atto critico, è stato orientato dalle riflessioni nate a seguito dello studio dell'opera innanzitutto dal punto di vista concettuale, grazie ai suggerimenti di Marie Letz e Wolfgang Scheppe, e in seconda istanza dal punto di vista materico-strutturale.

Dalla individuazione del significato concettuale e in base alla consistenza materica del dipinto si è definito il limite di intervento ritenuto necessario per la sua conservazione, che potrebbe rientrare nella casistica del "minimo intervento". Il limite posto corrispondeva alla necessità di conservare il dipinto preesistente, il quale assume il doppio ruolo di substrato materico ed estetico della *Modification*, in quanto determinante, col suo vissuto di dipinto "antico", nella scelta creativa dell'artista, e dal punto di vista materico, in quanto vero e proprio substrato strutturale.

Gli autori desiderano ringraziare Francesco Bensi per le preziose informazioni sul Situazionismo nordico e il prof. Giovanni Bianchi, docente di storia dell'arte contemporanea Università degli studi di Padova, per lo stimolante confronto sulla conservazione del contemporaneo, svoltosi nel corso della preparazione della lezione-incontro del maggio di quest'anno, all'interno del corso in Storia e tutela dei beni artistici e musicali, Dipartimento dei Beni Culturali: Archeologia, Storia dell'Arte del Cinema e della Musica.

NOTE

[1] Bochicchio 2014.
[2] Théodoropoulou 2012, p.114; Bochicchio 2014, pp.143 e 152.
[3] Kurczynski 2008, pp.298, 310-313; Théodoropoulou 2012, pp.111-118
[4] Kurczynski 2008, pp.303-305; Di Natale 2009.
[5] Intervista a Enrico Baj in Pugliese 2006, p.177; Fratelli, Bestetti, Bruni 2016, pp.90-92.
[6] Chiantore, Rava 2005, pp.256-263; Abram, Degani, Poli 2010; Bassi, Bertone, Gili 2016.
[7] L'opera compare nei cataloghi: Atkins 1986, n.145; Ostergaard Pedersen 2011, p.122; Scheppe, Ohrt 2018, pp.66-67.
[8] Atkins 1986, n.145.
[9] Tank Bronken, Boon, Steindal 2019.
[10] Bierings, Steyn, Stols-Witlox 2019, pp.365-366.
[11] Bierings, Steyn, Stols-Witlox 2019, pp.367-368.
[12] Bierings, Steyn, Stols-Witlox 2019, p.370.

BIBLIOGRAFIA

1. Atkins G., "*Asger Jorn Supplement: paintings 1930-1973*, Lund Humphries Publishers Ltd, Bradford, 1986
2. Chiantore O., Rava A., "*Conservare l'arte contemporanea. Problemi, metodi, materiali, ricerche*", Mondadori Electa, Milano 2005
3. Pugliese M., "*Tecnica mista*", Bruno Mondadori, Milano, 2006
4. Kurczynski K., "*Expression as vandalism: Asger Jorn's 'Modifications'*", in "*RES: Anthropology and Aesthetics*", 53-54,2008, pp.293-313
5. Di Natale G., "*Monstrum mirabile dictum: ironia e grottesco nell'arte di Asger Jorn e Enrico Baj*", in "*Studiolo. Revue d'histoire de l'art*", 2009, pp.55-75
6. Abram S., Degani L., Poli T. *et al.*, "*Antiluna di Pinot Gallizio: il recupero di un'opera divisa*", in"*VIII Congresso Nazionale IGIIC. Lo Stato dell'Arte 8*", atti del congresso, Venezia, Palazzo Ducale, 16-18 settembre 2010, Nardini, Firenze 2010, pp.105-112
7. Ostergaard Pedersen T, (a cura di), "*Hvad Skovsøen Gemte. Jorns Modificationer & Kirkebys Overmalinger*", Museum Jorn, Silkeborg 2011
8. Théodoropoulou V., "*Les Modifications d'Asger Jorn, ou la mise <<en situation>> de la peinture*, in "*Figures de l'art*",n°23,2013,pp.111-123
9. Bochicchio L., "*Oltre la forma; immagine e ricerca nell'opera di Asger Jorn*", in "*Asger Jorn. Oltre la forma/ The form and beyond*", a cura di Bochicchio L., Valenti P., De Ferrari Editore, Genova 2014, pp.143-155
10. Fratelli M., Bestetti R., Bruni S. *et al.*, "*Pittura italiana 1950-1960: materiali, metodi esecutivi e questioni conservative. Il progetto diagnostico su alcune opere di Enrico Baj e Lucio Fontana della Collezione Boschi Di Stefano*, in *Dall'olio all'acrilico, dall'impressionismo all'arte contemporanea*, atti del 7° Conresso Internazionale Colore e Conservazione, Milano, 13-14 novembre 2015, a cura di Selva Bonino V.E., Il Prato, Saonara (PD) 2016, pp.87-96
11. Bassi A., Bertone V., Gili P. *et al.*,"*Lo studio e il restauro di una grande tela d e le innovative ricerche per l'arrotolamento. La 'Notte barbara' di Pinot Gallizio*, in *Restaurare l'arte contemporanea?*, a cura di Rava A. "Kermes", 98, 2016, pp.60-72
12. Scheppe W., Ohrt R. (a cura di), *The Most Dangerous Game*, catalogo della mostra, Berlino-Venezia 2018, Merve Verlag, Leipzig 2018, Band 2: Werke
13. Tank Bronken I.A., Boon J.J., Steindal C.C. *et al.*, "*Examination of paint delamination in 'C'est grace à nous' by Asger Jorn*", in *Conservation of Modern Oil Paintings*, a cura di Van Den Berg J.C., Bonaduce I., Burnstock A. *et al.*, SpringerNature, Ordorf 2019, pp.265-274
14. Bierings J., Steyn L., Stols-Witlox M. *et al.*,"*Challenges of surface cleanning paintings by Asger Jorn (1914-1973): an inventory of existing practice*", in *Conservation of Modern Oil Paintings*...cit., pp.363-372

POSTER

LA CLIMATIZZAZIONE DELL'ARCHIVIO DEL CRAF: SCELTE E METODOLOGIE DI INTERVENTO

Eugenia Di Rocco*

*Restauratrice, Centro di Ricerca e Archiviazione della Fotografia, piazza Castello, 33097, Spilimbergo (PN), 3287223763, eugenia.dirocco@gmail.com

Abstract

Il Centro di Ricerca e Archiviazione della Fotografia nasce a Spilimbergo nel 1987 su iniziativa di Italo Zannier, fondatore del Gruppo Friulano per la Nuova Fotografia e si occupa di ricerca, formazione e attività espositive nell'ambito della cultura fotografica sia regionale, sia nazionale. Nel 1993 viene riconosciuto dalla Regione Friuli Venezia Giulia come archivio fotografico e centro di documentazione, mentre nel 2014 diventa ufficialmente polo di riferimento regionale per le attività di raccolta, archiviazione, conservazione e valorizzazione della fotografia.
In seguito al riconoscimento regionale, il CRAF ha iniziato a delineare un proprio programma di conservazione preventiva che si è recentemente concretizzato con la realizzazione di un archivio climatizzato e la ricollocazione dei fondi fotografici conservati.
L'archivio del CRAF ospita attualmente circa cinquecentomila oggetti fotografici, tra negativi in B/N su vetro e pellicola, fotocolor, stampe alla gelatina-sali d'argento, stampe all'albumina, *unicum* fotografici, fotografie al carbone e alla gomma bicromatata, stampe digitali. Tale materiale veniva riposto in armadi e cassettiere collocati negli uffici e nei magazzini, esposti a continue variazioni termoigrometriche diurne e stagionali, all'azione di insetti e alle frequenti manipolazioni dovute all'intensa attività espositiva. Le precarie condizioni di conservazione hanno causato danni fisici e chimici ai materiali fotografici, pertanto si è ritenuto necessario promuovere misure per la salvaguardia del patrimonio in archivio.
Il presente contributo vuole illustrare ad ampio raggio gli aspetti che hanno caratterizzato la realizzazione dell'archivio climatizzato del CRAF, descrivendone le fasi esecutive, le scelte effettuate e le motivazioni che le hanno condizionate.
In fase preliminare, sono state effettuate una mappatura delle tecniche fotografiche presenti all'interno dei singoli fondi e le prime misurazioni dei parametri termoigrometrici ambientali. I locali designati hanno subito un adeguamento strutturale attraverso la pulitura di pavimenti e murature, la coibentazione, la riorganizzazione degli spazi e la creazione di un'anticamera destinata all'acclimatamento del materiale fotografico in entrata e in uscita dal deposito. L'impianto installato per la climatizzazione dispone di un condizionatore di precisione per datacenter che garantisce un'altissima stabilità dei parametri ambientali di spazi voluminosi al fine di accogliere l'eventuale espansione dell'archivio dei materiali analogici. I parametri di temperatura e umidità, costantemente monitorati, sono stati stabiliti tenendo conto delle esigenze conservative dei materiali, delle necessità relative alle attività del Centro e dei consumi energetici. La stanza è stata munita di dispositivi di purificazione dell'aria e di una nuova e appropriata illuminazione. Gli ingressi sono contingentati da un sistema di apertura elettronico riservato al solo personale.
La fase di movimentazione e ricollocazione delle fotografie ha visto coinvolte le diverse professionalità impegnate all'interno dell'archivio per garantire l'integrità dei materiali. Ad una prima fase di depolveratura è seguita la messa in sicurezza dei materiali più deperibili e la collocazione in cassettiere e scaffali. Le fasi di allestimento e ricollocazione sono state pianificate in modo da non interferire nelle altre attività istituzionali del CRAF.

Introduzione

Nel 1955, il Gruppo Friulano per la Nuova Fotografia (GFNF) pubblica il primo e unico manifesto di fotografia neorealista in Italia. L'intento è quello di creare una testimonianza e una visione territoriale e locale del "vero" in Friuli. Il gruppo, nato a Spilimbergo, è composto da Aldo Beltrame, Carlo Bevilacqua, Gianni e Giuliano Borghesan, Toni del Tin, Fulvio Roiter e Italo Zannier. Negli anni successivi si aggiungono alla compagine Nino Migliori, Gianni Berengo Gardin e Bepi Bruno. Grazie a mostre di rilevanza internazionale, incontri e workshop, convegni e attività formative, Spilimbergo diventa un importante cardine per la diffusione del linguaggio contemporaneo attraverso le opere fotografiche.
Il 13 luglio 1993, ad opera di Italo Zannier e Walter Liva, viene ufficialmente costituito il CRAF, riconosciuto dalla Regione come archivio fotografico e centro di documentazione. La legge regionale dell'11 agosto 2014 riconosce al Centro la funzione di "polo di riferimento per le attività di ricerca, studio, raccolta, censimento, archiviazione, conservazione, digitalizzazione e valorizzazione" **[1]**. Il CRAF, pertanto, opera su due piani, da

un lato l'intento di intraprendere nuove pratiche conservative, dall'altro la promozione delle attività di formazione e divulgazione per una corretta salvaguardia del materiale fotografico.
Il Centro si sviluppa su due sedi: la sede di Villa Ciani a Lestans con la biblioteca specializzata, il laboratorio di restauro e la camera oscura, la sede di Palazzo Tadea a Spilimbergo con l'archivio, lo spazio espositivo e gli uffici.

Materiali fotografici presenti

Il patrimonio fotografico presente negli archivi del CRAF è costituito dai lasciti di studiosi e collezionisti nonché dal materiale prodotto in occasione delle varie attività. Il capitale artistico del Centro è stato oggetto di mostre, studi, momenti di formazione e sperimentazione fotografica per la divulgazione delle opere.
L'archivio fotografico conserva, ad oggi, circa cinquecentomila fotografie, di diverse epoche e natura (Figure 1 e 2). L'archivio, dunque, diventa un *excursus* storico che testimonia la varietà delle tecniche fotografiche esistenti: le stampe fotografiche su supporto cartaceo sono realizzate con metodi che spaziano dall'albumina alla gelatina-sali d'argento, fotocolor a sviluppo cromogeno o a diffusione di coloranti, negativi su supporto in pellicola in bianco/nero e colore, lastre alla gelatina-sali d'argento, dagherrotipi e positivi diretti, album di famiglia o amatoriali, diapositive fino alle più recenti stampe laser o ink-jet.



Figure 1 e 2. Fotografie del Fondo Krivec: stampe alla gelatina-sali d'argento su carta baritata con note manoscritte, lastre secche in scatole originali, stampe a sviluppo cromogeno, dye-transfer e b/n colorate a mano

Tali oggetti sono distribuiti in fondi fotografici e autoriali di grande pregio. Per citarne alcuni: il Fondo Lanfranco Colombo che conta migliaia di riviste e cataloghi di mostre, fotografie, epistolari e le rassegne stampa de Il Diaframma; il Fondo Francesco Krivec, di grande interesse per la cultura e la storia friulana, composto da una consistente quantità di negativi su vetro e pellicola, oltre a stampe realizzate con varie tecniche, il Fondo Luigi Crocenzi, che raccoglie fotografie dello stesso Crocenzi e del suo archivio, che costituiscono una esaustiva storia della fotografia italiana del dopoguerra, con autori come Mario Giacomelli, Ugo Mulas, Ferdinando Scianna, Mario Cresci, Pepi Merisio, Piergiorgio Branzi; il Fondo Toni Nicolini, e molti altri. Spesso le fotografie sono però state asportate dai rispettivi fondi e si trovano riunite in gruppi corrispondenti alle mostre nelle quali sono state esposte, assieme ad eventuali fotoriproduzioni; in altri casi, prendono posto in scatole e contenitori senza alcuna indicazione. Questa trascuratezza ha messo in luce la necessità di convenire su un sistema di archiviazione che va rivisto dapprincipio per sopperire all'assenza di inventari organicamente costituiti: le poche informazioni pervenuteci sull'intero archivio, infatti, si ritrovano su una tabella suddivisa in fondi riportante indicazioni sulle consistenze, alcune brevi note biografiche o descrittive, la collocazione delle opere, che però, nella maggioranza dei casi, non ha riscontro reale. Nei nuclei si incontrano talvolta elenchi parziali redatti in occasione di eventi, cd rom con riproduzioni digitali delle immagini, cataloghi cartacei dai quali si possono evincere alcune informazioni utili al catalogo e altre fuorvianti.

Ambienti e stato di conservazione

L'archivio del CRAF è ubicato a Spilimbergo, al secondo piano di Palazzo Tadea, un edificio cinquecentesco, sede anche degli uffici amministrativi. Il materiale fotografico si collocava in tre differenti ambienti, ritenuti inadeguati alla conservazione a lungo termine.
Gli uffici, posti al secondo piano, sono frequentati quotidianamente da dipendenti e collaboratori, saltuariamente da qualche visitatore. Il materiale, dislocato in cassettiere, armadi e scaffali aperti, risultava facilmente raggiungibile poiché non era previsto un contestuale controllo. Le stanze sono illuminate (con neon) e condizionate: riscaldate d'inverno tramite termosifoni alimentati da caldaia a gas a gestione comunale centralizzata (giorni feriali, con orari fissi di accensione e spegnimento), raffrescate d'estate con condizionatori ad accensione manuale. Di conseguenza, i locali registrano una forte escursione termica giornaliera (Figura 7). Gli ambienti sono puliti settimanalmente con prodotti contenenti cloro, profumi e ammoniaca, senza tener conto di un'adeguata aerazione dei locali in fase di asciugatura delle superfici.
Le stampe di grande formato montate su pannelli e le fotografie in partenza o di ritorno dalle mostre stazionavano, spesso per lunghi periodi, nel "magazzino cornici" al piano terra. Questo ambiente è tendenzialmente umido, a rischio allagamento e vi si deposita polvere. Le opere erano qui montate in cornici, stoccate in verticale dentro casse di legno e polistirolo o semplicemente tenute a terra addossate alle pareti.
Il terzo ambiente era adibito a "magazzino mostre" ed era sito al piano secondo, adiacente agli uffici. Si tratta di due stanze non climatizzate, in cui le fotografie venivano tenute avvolte in imballaggi di *Pluriball* o impilate su scaffali e armadi senza protezioni (Figura 3). Erano soggette a depositi di polvere, deiezioni e carcasse di insetti (varie specie dell'ordine dei Rhynchota, dei Ditteri, dei Coleoptera, Lepisma Saccarina); inoltre, la luce diurna penetrava dalle due finestre non schermate e gli ambienti, in cui avveniva una movimentazione f.requente delle opere, erano soggetti alle variazioni termoigrometriche giornaliere e stagionali.



Figure 3 e 4. "Magazzino mostre" e cassettiere

Gli arredi in dotazione del Centro sono costituiti da alcuni tipi di scaffali aperti, cassettiere e armadi. Parte degli scaffali e delle cassettiere sono costruite con materiale a norma (UNI 10586:1997) acciaio inossidabile e vernice inalterabile, e si presentano in ottimo stato, salvo alcune ammaccature. Non sono reperibili schede tecniche circa i materiali degli armadi, alcuni sono in metallo, altri in acciaio verniciato a polvere in buono stato. Altre scaffalature invece, sono molto usurate e in evidente stato di ossidazione, graffiate o con la vernice deteriorata. All'interno delle cassettiere, sono conservate soprattutto le stampe fotografiche: si trovano sciolte o inserite in buste o, nella maggior parte dei casi, montate in passe-partout realizzati in occasione delle esposizioni, quindi dotati di finestra di cartone museale o a pasta di legno, con fondo in carta bianca non conservativa. Alcuni cassetti sono eccessivamente pieni (Figura 4): questo comporta un deperimento del materiale presente a causa dello sfregamento del metallo della struttura con le fotografie contenute nei piani inferiori. Prima dell'opportuna supervisione e ricollocazione dei materiali, i negativi su pellicola in striscia e le diapositive erano conservate all'interno degli armadi chiusi, in buste a tasca di polivinilcloruro deformata o di carta pergamino imbrunita, inserite in album ad anelli in plastica, posizionati in verticale. Alcuni armadi e cassettiere erano accanto ai termosifoni. Negli anni si sono svolte saltuarie operazioni di restauro e messa in sicurezza del materiale: troviamo quindi alcuni nuclei, di materiali fragili o di pregio, puliti e conservati in custodie adeguate. Solo di recente si è scelto di acquistare metodicamente, buste e scatole da conservazione certificate P.A.T. (ISO 18916:2007).
Le fotografie presentano, nella quasi totalità dei casi, danni di natura chimica, biologica e fisica, di varia entità, conseguenza dei metodi impropri di immagazzinamento, manipolazione e movimentazione. Graffi, strappi, deformazioni, pieghe, spaccature, abrasioni, impronte digitali si riscontrano sulla maggioranza dei fototipi. Caratteristici delle trasparenze e delle stampe a colori sono invece le variazioni cromatiche causate

dall'alterazione chimica dei coloranti organici, mentre lo specchio d'argento, molto diffuso sulle lastre negative, è dovuta principalmente allo stoccaggio nelle scatoline originali, in cartone acido. Molte stampe conservate in passe-partout con cartone a pasta acida, montate con nastri adesivi o angolini in plastica, presentano danni degli angoli, imbrunimenti localizzati, macchie e residui adesivi dannosi (Figure 5 e 6). Le fotografie negli scaffali e non protette, presentano invece macchie e residui superficiali dovuti all'attività metabolica degli insetti sopra citati.

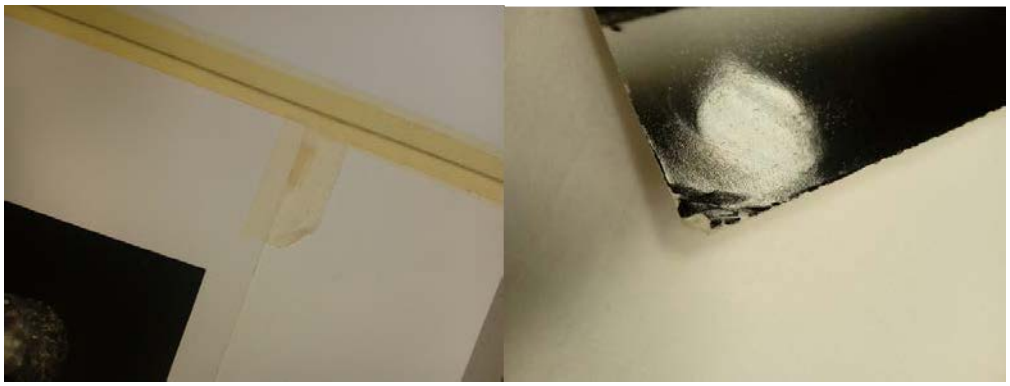


Figure 5 e 6. Montaggio con nastri adesivi e danni agli angoli delle stampe

Piano d'intervento

Lo spazio destinato ad accogliere il nuovo deposito è stato individuato nel "magazzino mostre", ambiente che, oltre a rispecchiare le caratteristiche indicate dalla norma ISO 11799:2003, si confaceva alle esigenze dell'ente per tre ragioni:

- la prossimità con gli uffici preposti al lavoro archivistico rende agevole l'estrazione e lo spostamento del materiale
- la precedente funzione di magazzino ha permesso la ristrutturazione dei locali senza compromettere i lavori del Centro
- l'ampia metratura dei locali permette di avere uno spazio potenzialmente sufficiente a contenere buona parte del patrimonio (tenuto conto della volontà di ampliare lo spazio climatizzato in un tempo successivo)

Una volta scelti i locali, sono state effettuate le prime misurazioni dei parametri termoigrometrici, tramite datalogger LASCAR electronics modello EL-USB-2-LCD con due canali di registrazione, finalizzate a definire la tenuta delle pareti e l'escursione termica giornaliera. Il tempo a disposizione per la realizzazione del progetto è stato esiguo e non ha permesso una più adeguata misurazione dei parametri, che si prevedeva annuale o a campioni stagionali. La misurazione è stata fatta anche nei locali degli uffici, per avere un riferimento delle condizioni ambientali alle quali erano sottoposti i materiali qui collocati fino al momento dei lavori. Mentre venivano effettuare le misurazioni, il materiale presente in archivio è stato oggetto di una ricognizione per comprenderne la consistenza e la volumetria: sono stati contati 135 metri lineari di materiale, oltre ai volumi delle cassettiere. A partire da questa considerazione, sono stati calcolati e progettati gli alloggi per i nuclei e i fondi, senza che questi venissero smembrati. Questa operazione ha visto collaborare l'archivista e la responsabile della conservazione **[2]**, con l'obiettivo di mantenere inalterati l'ordine di ritrovamento dei nuclei e la sedimentazione archivistica, pur garantendo una sistemazione adeguata e sicura al materiale. Per ragioni di gestione del tempo e delle risorse a disposizione, si è ritenuto necessario anteporre la ricollocazione del materiale alla redazione dell'inventario generale e allo studio approfondito dei nuclei costitutivi, attività, queste ultime, nelle quali sono attualmente impegnati i collaboratori del Centro **[3]**

Durante le prime osservazioni è stato possibile valutare gli spazi necessari da destinare all'archivio fisico e pianificare il lavoro conseguente. In particolare, sono stati valutati:

- lo stato di conservazione e la definizione di una scala di priorità per i successivi interventi di conservazione e restauro;
- la presenza di numerose ristampe, fotoriproduzioni utilizzate al solo scopo espositivo e non aventi interesse storico o artistico;
- i frequenti montaggi in passe-partout non conservativi, da rimuovere e conservare separatamente.

L'intento di costituire un ulteriore luogo conservativo a norma, inoltre, permetterà di assicurare l'espansione dell'archivio ed eventualmente ospitare materiale fotografico proveniente da altri enti.

Gli ambienti prescelti sono stati svuotati: il materiale di grande formato o montato in cornici voluminose è stato

dislocato per il periodo sufficiente alla conclusione dei lavori, mentre i materiali fotografici soggetti a scarto, principalmente stampe di riproduzione su pannelli in PVC espanso (*Forex*) destinati a mostre e non più riutilizzabili, sono stati sistemati definitivamente in una stanza adiacente l'archivio di Villa Ciani, a Lestans. I contenuti degli armadi, sono stati collocati temporaneamente sulle cassettiere degli uffici.

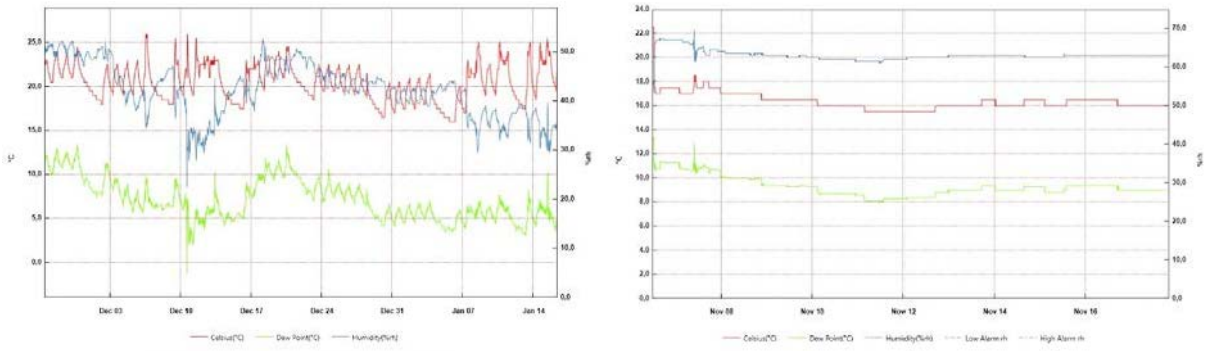


Figure 7 e 8. Grafico termoigrometrico degli uffici e della stanza dopo i lavori

Lavori di realizzazione

Il "magazzino mostre" era costituito da due ambienti separati da una parete in cartongesso, posizionati ad un angolo dell'edificio quindi con le pareti esterne massicce in muratura, dotate di due finestre basse con doppi vetri e apertura a vasistas, controsoffitto a quadrotti e due porte in legno.

Il progetto ha previsto, come prima fase, un adeguamento strutturale dello spazio che è stato affidato ad uno studio di architettura **[4]**. I locali sono stati liberati dei vecchi arredi per permettere il lavoro di operatori edili e tecnici che sono intervenuti sull'impianto idraulico ed elettrico, quindi è stata rimossa la vecchia controsoffittatura, i radiatori, i ventilconvettori, le vecchie lampade, le porte in legno e i battiscopa. La parete in cartongesso che teneva divisi i due vani è stata abbattuta creando un unico ambiente e lasciando lo spazio necessario ad una camera di acclimatamento. Una finestra è stata tamponata e l'accesso agli uffici è stato chiuso. Lo spazio, così ripulito e modellato, è stato dotato di controparete e controsoffitto in cartongesso, isolati con lana di vetro, per poi essere ritinteggiati con idropittura e ripavimentato con resina epossidica a spatolato cementizio di tipo materico. La camera di acclimatamento è stata realizzata montando due pareti in doppio vetro in corrispondenza dell'ingresso: al suo interno sono alloggiati l'unità con display del condizionatore, un piano di appoggio e uno scaffale in vetro per il materiale in entrata e uscita, che qui staziona circa 24 ora prima di transitare da un ambiente all'altro.

La progettazione dell'impianto di climatizzazione è stata affidata ad uno studio di ingegneria **[5]**: si è scelto di installare il condizionatore ambientale di precisione EMICON ED.H VS 71 V Kc, solitamente utilizzato per la climatizzazione di datacenter o centrali tecnologiche, ambienti in cui è necessario uno stretto controllo di umidità e temperatura. I parametri sono gestiti attraverso un display collocato a bordo macchina dotato di microprocessore. Il ricircolo dell'aria avviene con ripresa dal basso e mandata dall'alto, attraverso una canalizzazione installata nel controsoffitto e un'unità esterna collocata al piano terra dell'edificio. Il macchinario assicura un rigoroso controllo di umidità e temperatura, ricircolo continuo dell'aria, alta efficienza energetica che comporta meno emissioni di CO_2 e minori costi di funzionamento rispetto ad altri macchinari dello stesso calibro. L'impianto garantisce inoltre la climatizzazione di ampi volumi, caratteristica necessaria in previsione dell'ampliamento degli ambienti conservativi. Il macchinario è stato affiancato da un condizionatore AERMEC modello LCG500 con funzione di ridondanza, allo scopo di tamponare eventuali guasti o interventi di manutenzione al principale. L'aria interna al deposito, continuamente movimentata dalla EMICON, viene ulterioremente filtrata da due purificatori d'aria PHILIPS SERIE 2000 collocati in due angoli della stanza. Questi macchinari sono dotati di filtri ai carboni attivi contro batteri, spore, sostanze volatili, e filtri assoluti HEPA per il particellato e le polveri. Si evita in questo modo ogni possibile ristagno di aria e presenza di sostanze dannose disperse nell'ambiente. Il progetto ha previsto anche la sostituzione dei rilevatori antincendio e dell'impianto di illuminazione con dei LED a bassa emissione di UV. La finestra, dotata di doppio vetro e chiusura ermetica, viene mantenuta perennemente chiusa ed è stata dotata di filtro UV. L'ingresso al deposito è controllato con un sistema di apertura elettronica con codice o badge, in dotazione al personale del Centro.

Il deposito così ristrutturato è stato arredato con otto delle cassettiere già in dotazione del Centro e in parte con nuovi arredi. Per una migliore ottimizzazione dello spazio a disposizione si è deciso di far realizzare delle

armadiature compattabili, che andassero a riempire un volume di 410x240 cm e altezza di 260 cm, chiuso da pareti sui due lati corti e su un lato lungo. Le componenti del nuovo arredo sono realizzate in acciaio inossidabile con pareti verniciate a polvere ad alta temperatura. I ripiani garantiscono una portata di carico di 100 kg/mtq, sono riposizionabili e hanno profondità di 40+40 cm, permettendo quindi l'alloggio di opere di differenti formati. Una parete è stata allestita con uno scaffale aperto di vetro e acciaio, costruito su misura per specifici fondi fotografici, sulla base delle dimensioni di scatole e contenitori.



Figure 9 e 10. Il deposito climatizzato, inaugurato nel dicembre 2019

L'impianto e i purificatori sono stati attivati per un test preliminare appena finiti i lavori: una volta programmati, i macchinari sono stati fatti lavorare per alcuni giorni, controllando e monitorando la stabilità climatica.

I parametri scelti per il condizionamento dell'archivio sono 18°C di temperatura e 50% di umidità relativa. Tale scelta, pur tenendo ben presenti i materiali depositati e le normative internazionali riguardanti la conservazione di materiale fotografico è stata discussa a lungo e ha dovuto tener conto di altri importanti fattori:

- le esigenze lavorative dell'archivio: il grande lavoro di mappatura, inventariazione e digitalizzazione del materiale è stato avviato successivamente alla realizzazione del deposito climatizzato e prevede la frequente movimentazione del materiale che non deve quindi essere sottoposto ad eccessivi stress causati dalle differenti microclimatiche presenti tra gli ambienti conservativi e lavorativi;
- il deposito climatizzato deve poter essere gestito e vissuto agilmente anche dal personale dipendente adibito ad altre mansioni, in quanto il solo presente in maniera continuativa all'interno del CRAF;
- la volontà dell'amministrazione di contenere i costi di gestione dell'impianto e garantire un consumo energetico relativamente basso **[6]**

La costante misurazione dei parametri termoigrometrici avviene con i rilevatori mobili con interfaccia USB: tale sistema è stato preferito a quello senza fili dal momento che la conformazione dell'edificio ostacola un buon trasferimento dati tra l'ambiente di archiviazione e gli uffici. I datalogger vengono controllati e scaricati periodicamente dal personale responsabile per la conservazione.

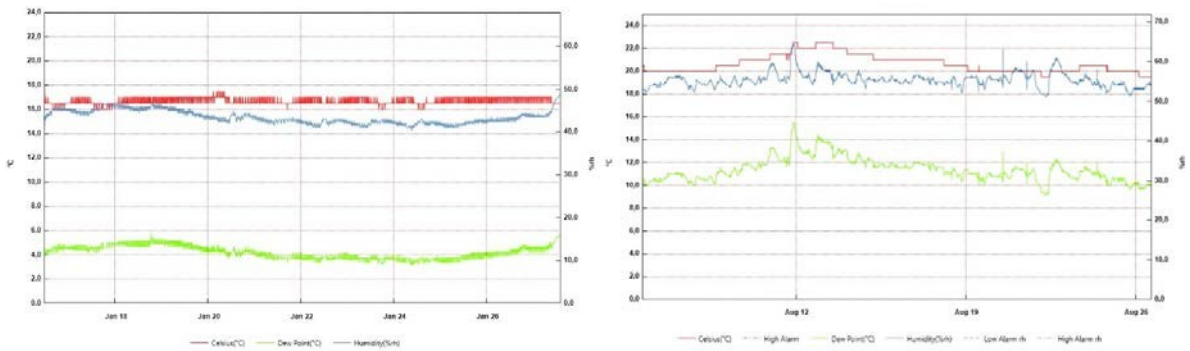


Figure 11 e 12. Grafico termoigrometrico del deposito climatizzato e della stanza di acclimatamento

Nel mese di aprile 2020, durate il periodo di confinamento volto al contenimento del Covid-19, l'impianto EMICON ha subito un blocco del compressore causato da uno sbalzo di tensione dovuto alla caduta di un fulmine nei pressi dell'edificio. L'assenza di un sistema di allarme da remoto non ha permesso un immediato rilevamento del malfunzionamento, che è stato quindi riscontrato solo il giorno del rientro lavorativo in sede a

metà maggio e risolto con i tecnici solo alla fine di luglio. L'evento ha permesso di valutare, nel periodo, la stabilizzazione climatica operata dal solo condizionatore AERMEC di back up, attivatosi nel momento in cui è stato avvertito l'innalzamento della temperatura interna: i dati raccolti dimostrano che i parametri termoigrometrici sono stati mantenuti piuttosto costanti e vicini al set point, confermando il buon funzionamento del sistema di ridondanza.



Figura 13. Grafico termoigrometrico del periodo di malfunzionamento del condizionatore EMICON

Ricollocamento e mappatura

Terminato il periodo di test e ristabiliti i parametri ambientali consoni, è iniziata la fase di ricollocamento di fondi e nuclei: gli spazi di destinazione sono stati individuati dopo l'attenta analisi dei volumi occupati dai singoli gruppi o opere. Scatole, contenitori, fototipi sciolti sono stati depolverati e ispezionati prima di essere introdotti nei nuovi spazi.

Il lavoro dell'archivio si sta ora concentrando sulla mappatura dei beni collocati in deposito, a partire dalle cassettiere per poi passare ad armadi e scaffali. Il contenuto delle cassettiere viene preso in esame pezzo per pezzo, inventariato e conservato appropriatamente. I singoli fototipi vengono osservati e analizzati: se ne identifica la tecnica fotografica, si rileva lo stato di conservazione, l'autenticità, l'autore, il tipo di montaggio. Si ricerca dunque una corrispondenza negli archivi digitali disponibili: elenchi, tabelle, inventari, riproduzioni fotografiche digitali, cataloghi, mostre. Come già citato in precedenza, il contenuto dei cassetti non corrisponde alle relative cartelle presenti nell'archivio del server. È stato dunque necessario avviare un'analisi molta accurata delle risorse digitali presenti per digitalizzare e metadatare in modo definitivo i file in archivio. La procedura adottata si serve della Tabella Inventario, che riporta i campi ritenuti utili all'identificazione fisica degli oggetti conservati e ne preservi le informazioni relative alla precedente sedimentazione. Ove necessario, si procede con le operazioni di messa in sicurezza e restauro conservativo come lo smontaggio da passe-partout non idonei **[7]**, la rimozione di nastri adesivi, delle tracce di colla e altri materiali dannosi, il consolidamento delle parti abrase e danneggiate, il condizionamento in buste e scatole P.A.T., la realizzazione di cartelle, interfoli e contenitori acid free su misura, per poi ricollocare gli oggetti in ambiente climatizzato. Le stampe di *facsimile*, le copie fotografiche in bassa qualità, le fotografie stampate da file non di proprietà del CRAF e facenti parte di mostre passate, corredate di una tabella che ne descrive la vecchia collocazione, l'autore, la tecnica di stampa e il tipo di montaggio, vengono tenute fuori dagli ambienti climatizzati per lasciare spazio a quello che in un prossimo futuro avrà bisogno di essere condizionato adeguatamente.

CONCLUSIONI

Sono passati sessantacinque anni dal manifesto di fotografia neorealista e di certo i firmatari non potevano immaginare quale sarebbe stata l'evoluzione delle tecniche nonché il valore che avrebbe assunto la salvaguardia delle opere fotografiche. Il riconoscimento da parte della Regione del Centro come luogo in cui si conserva la fotografia, conferma la necessità di sfruttare la tecnologia e le competenze professionali per non disperdere il patrimonio fragile e prezioso affidato al CRAF.

Come si è tentato di spiegare in queste pagine, l'archivio in oggetto percorre due strade parallele: la valorizzazione, attraverso la pubblica fruizione e lo studio diretto dei materiali, e la conservazione, articolata nelle attività di digitalizzazione, catalogazione, manutenzione e restauro degli oggetti fisici.

La scelta di incanalare energie e risorse nella conservazione preventiva, attraverso la climatizzazione dell'archivio e l'inventariazione del patrimonio, è segnale di una svolta decisiva delle priorità dell'ente e creano le basi per una programmazione a lungo termine delle attività finalizzate alla vera e propria tutela del patrimonio fotografico.

NOTE

[1] Articolo 25, comma 1, della legge regionale 11 agosto 2014, n. 16 (Norme regionali in materia di attività culturali).
[2] Perulli Stefano, responsabile dell'archivio, Di Rocco Eugenia, responsabile della conservazione
[3] Perulli Stefano, responsabile dell'archivio, Di Rocco Eugenia, responsabile della conservazione, Teodora Boldini, catalogazione, Igor Londero, laboratorio digitale
[4] Handmade Italian Design Srls, Spilimbergo (PN)
[5] Marchiori Energie, Povoletto (UD)
[6] Palazzo Tadea è proprietà del comune di Spilimbergo che provvede al pagamento delle utenze.
[7] I passe-partout non conservativi, separati dalla fotografia che contenevano, vengono spostati nel nuovo magazzino cornici, impacchettati e corredati di numero univoco che ne permetta nuovamente l'utilizzo in occasione di mostre.

BIBLIOGRAFIA

1. Zannier Italo, *"Neorealismo e fotografia: il gruppo friulano per una nuova fotografia 1955-1965"* con testi di Elio Bartolini, Paolo Costantini, Italo Zannier; foto di Aldo Beltrame e altri, Art&, Udine, 1987
2. Pénichon Sylvie, *"Twentieth century colour photographs: the complete guide to processes, identification & preservation"*, Thames e Hudson Ltd, London, 2013,
3. Di Pietro Giovanna, "*Silver Mirroring on Silver Glass Negatives"*, Basel Universität (ed.), Basel, 2002
4. Rossi Luciana, *"L'ambiente di conservazione"*, in *"Fotografie, orientamenti per la conservazione*" a cura di Donatella Matè, con la collaborazione di Luciana Rossi e Marianna Adamo, Nardini Editore, Firenze, 2016, pagine 27 – 36
5. Serena Tiziana, "*L'archivio fotografico: possibilità, derive, potere*" in *"Gli archivi fotografici delle soprintendenze. Storia e tutela. Territori veneti e limitrofi"*, Atti della Giornata di Studi (Venezia, 29 ottobre 2008) a cura di A. M. Spiazzi, L. Maioli, C. Giudici, Terra Ferma Edizioni, Crocetta del Montello (TV), 2010, pp. 103-125
6. Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, DECRETO LEGISLATIVO 22 gennaio 2004, n. 42
7. Matè Donatella, Palazzi Simonetta, *"Linee guida per la manipolazione/movimentazione dei documenti fotografici"* del Gruppo di lavoro per l'indirizzo metodologico nell'ambito delle discipline della conservazione delle collezioni fotografiche, ICCD, Roma, 2014
8. Adamo Marianna, Matè Donatella, Novo Alberto, "Il ruolo della qualità dell'aria indoor", in *"Fotografie, orientamenti per la conservazione*" a cura di Donatella Matè, con la collaborazione di Luciana Rossi e Marianna Adamo, Nardini Editore, Firenze, 2016, pagine 77 – 129
9. IPI, *"IPI guide to: sustainable preservation for managing storage environments*", Image Permanence Institute, Rochester NY, 2012
10. Gasparini Laura, *"Analisi e raccolta dei dati per la conservazione e per gli interventi di restauro della fotografia"*, in *"Il restauro della fotografia. Materiali fotografici e cinematografici, analogici e digitali"* a cura di Barbara Cattaneo, Nardini Editore, Firenze, 2012, pagine 51 - 59

IL RESTAURO DEI RODOVETRI IN ACETATO DI CELLULOSA DEL FONDO GAMMA FILM

Enrico Biason*, Michele Di Foggia, Melissa Gianferrari***, Camilla Roversi Monaco******

* Restauratore di materiale librario e archivistico, manufatti cartacei e pergamenacei, materiale fotografico, cinematografico, digitale e contemporaneo. Port. +39 3343594655, enricobiason@gmail.com
** Chimico, Docente del corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna. Port. +393779473581, micheledifoggia@gmail.com
*** Restauratrice di materiali cartacei e fotografici, Ditta individuale, via S. Viganò 2/A, 40124 Reggio Emilia e Docente del corso in restauro dei materiali fotografici dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, Port. + 39 3929852960, melissa.gianferrari@ababo.it
**** Restauratrice di Materiali Cartacei, Direttore Tecnico Laboratorio degli Angeli s.r.l., via degli Angeli 32, 40124 Bologna, Italy, Docente del corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna port. +39 348 3527999, camilla.roversimonaco@ababo.it

Abstract

I rodovetri, creati nel 1914 da Earl Hurd, sono supporti trasparenti in nitrato o acetato di cellulosa su cui venivano disegnate e dipinte le tavole con i soggetti che avrebbero formato i cartoni animati. Ogni foglio, che riportava immagini appena diverse tra loro, veniva ripreso singolarmente su pellicola cinematografica per ottenere una sequenza che generava il movimento dei personaggi. Questa tecnica di animazione è stata parte fondamentale della cultura cinematografica italiana e mondiale dagli anni Cinquanta fino all'avvento del digitale. Il numero di rodovetri necessari per garantire una visione continuativa dei movimenti andava da dodici a ventiquattro disegni al secondo: per un minuto di cartone animato occorrevano quindi migliaia di supporti. Va da sé che la loro corretta conservazione è sempre risultata complessa: a fronte di una quantità innumerevole di pezzi, spesso i rodovetri sono stati letteralmente stipati all'interno di scatole non idonee alla loro conservazione che hanno esasperato il loro degrado.
Il lavoro, di carattere sperimentale, si propone di esaminare la diagnostica e i trattamenti applicati su alcuni rodovetri in acetato di cellulosa appartenenti al Fondo *Gamma Film* di Roberto Gavioli e conservati presso il M*usil* di Brescia. Il restauro ha avuto come base metodologica i test e le sperimentazioni effettuate sul *Rodovetro n° 100* che riporta due personaggi animati della pubblicità del sapone *Sole*. Esso si presentava piegato su sé stesso e custodiva al suo interno due sagome adese al supporto con nastro adesivo. I soggetti, anch'essi in acetato, rappresentano *Susy Bong* e il cane *Arturo* dipinti con colori alchidici e pennino nero. Il degrado principale riscontrato è il decadimento dell'acido acetico, che aveva generato diverse alterazioni chimiche: efflorescenze, modifiche dei toni della pellicola pittorica e una forte adesione dei pigmenti all'acetato a contatto col recto. Inoltre la scorretta sistemazione all'interno dei contenitori originali e i valori termoigrometrici instabili avevano provocato l'insorgere di ulteriori problematiche quali ondulazioni, crettature e perdita di frammenti. Il progetto si è fondato sullo studio della principale fonte di degrado dell'acetato di cellulosa, la sindrome dell'aceto. La ricerca si è avvalsa di test diagnostici e fisici, atti a individuare un efficace metodo per il recupero strutturale, in particolare della planarità, del materiale e per identificare la natura della tecnica pittorica. Grazie allo studio del degrado e a indagini diagnostiche tramite spettroscopia FTIR effettuate su diversi frammenti, abbiamo constatato come la perdita del gruppo acetato e lo squilibrio dell'umidità contenuta all'interno dei rodovetri, determinino una trasformazione dell'acetato di cellulosa. Il rodovetro così degradato risulta simile al materiale cartaceo: difatti, pur contenendo ancora derivati plastici del materiale di origine, si caratterizza per comportamenti affini alla carta degradata. Su questo fenomeno, non approfondito in letteratura e da noi definito "*post sindrome*", si basa il lavoro di indagine. Sono stati condotti dei test su diversi frammenti irrecuperabili del *Rodovetro* della serie *Indiani n°30, Susy Bong n°100* e su un supporto originale fornito dal *Musil*, le prove sono consistite nell'apporto moderato e controllato dell'acqua, spesso utilizzata nel restauro cartaceo che, penetrando all'interno del materiale cellulosico, conferisce al materiale una maggiore polarità e la possibilità di formare interazioni intermolecolari in grado di apportare benefici dal punto di vista chimico e meccanico all'acetato degradato. L'esito più proficuo è stato ottenuto ponendo i campioni all'interno di una cappa ad umidità controllata combinata con l'azione di un tavolo aspirante, così da garantirne al contempo un corretto apporto acquoso ed un efficace spianamento. La flessibilità, la planarità e la resistenza del materiale, perdute a causa della sindrome, sono state in parte recuperate, raggiungendo una stabilità chimico-fisica. L'operatività è stata poi applicata al *Rodovetro n°100* in cui la sindrome risultava conclusa, quindi in *post sindrome*, procedendo gradualmente con metodologie diverse al fine di individuare la più efficace tecnica di umidificazione. È stato così possibile idratare localmente il supporto in modo da aprire il foglio per distaccare le formine ritagliate e montate dei due personaggi ivi contenute. Tale scelta, che può risultare drastica, è stata attuata riferendosi a una metodologia consolidata negli Stati Uniti, dove in caso di degrado accentuato o per

esigenze espositive di mercato si opta alla totale sostituzione del supporto addirittura decurtando le porzioni disegnate.
I risultati ottenuti necessitano senz'altro di essere approfonditi: oltre a dover indagare ancora il fenomeno della *post sindrome* sarebbe auspicabile effettuare ulteriori test di umidificazione e verificare sia sotto il profilo concettuale che metodologico la possibilità di sostituire i supporti laddove irrecuperabili.

Introduzione

La *Gamma Film* venne fondata dai fratelli Gino e Roberto Gavioli nel 1953 a Milano. Negli *Studios* di *Cinelandia*, a Cologno Monzese, si trovavano i laboratori di animazione dove centinaia di tecnici erano intenti a creare i personaggi animati. Alcuni fra questi, sarebbero poi diventati le colonne portanti del programma televisivo *Carosello*, i cui spezzoni e motivetti rimangono ancora vividi nelle menti di intere generazioni.
I fratelli Gavioli sono stati dei pionieri dell'animazione italiana fino alla chiusura della *Società* alla fine degli anni Novanta. Fu il valore storico-culturale (e affettivo) per le proprie creazioni a spingere Roberto Gavioli, nel 1996, a donare alla *Fondazione Micheletti* di Brescia buona parte della strumentazione aziendale: macchine per la ripresa e attrezzatura varia, pellicole, disegni, rodovetri e altri strumenti. Questo materiale, composto da centinaia di migliaia di pezzi unici, è confluito nel settore cinema del *Museo dell'industria e del lavoro "Eugenio Battisti"* (*Musil*) di Rodengo Saiano (BS).
Grazie alla convenzione stipulata fra la *Fondazione Micheletti* e L'Accademia di Belle Arti di Bologna, finalizzata ad attività di ricerca, sono stati condizionati 107 rodovetri in acetato di cellulosa suddivisi in cinque Titoli diversi **[1]**. Appena ricevuto il materiale, conclusa la documentazione fotografica e l'inventariazione, sono stati immediatamente separati i rodovetri che presentavano essudazione di acido acetico dagli elementi ancora sani **[2]**. Il lavoro condotto in Accademia è stato oggetto di tesi di Enrico Biason **[3]**, coautore del presente articolo che ha impostato e seguito tutte le fasi del lavoro.

Descrizione dell'opera e stato di conservazione

Come già accennato, lo studio ha riguardato il *Rodovetro n° 100* del piccolo fondo di *Susy Bong* **[4].** Il rodovetro, piegato su sé stesso, era posto all'interno di una velina d'interfoliazione e custodiva al suo interno due formine fissate al supporto con nastro adesivo. Le figure, anch'esse in acetato di cellulosa, rappresentavano *Susy Bong* e il cane *Arturo* disegnati con un pennino nero sul recto e dipinti con colori alchidici sul verso **[5]**. Alcuni particolari del fiocco di *Susy* e alcuni ciuffi di pelo di *Arturo* erano stati disegnati direttamente sul supporto secondario, una volta montate le figure. Per garantire una perfetta chiusura del rodovetro erano state applicate due strisce di nastro adesivo sui lati dell'acetato **[Fig. 1]**.



Figura 1. *Rodovetro n° 100*

La sindrome dell'aceto, la manipolazione non idonea e la pressione presente all'interno dello scatolone in cui era stoccato il rodovetro, avevano determinato l'insorgere di danni meccanici (lacune, lacerazioni e ondulazioni) e chimici (depositi cristallini bianchi provenienti dall'essudazione dei prodotti plastificanti).

Indagini diagnostiche

Il degrado comunemente chiamato "sindrome dell'aceto" è da imputarsi alla scarsa stabilità chimico/fisica intrinseca del materiale dovuta al processo di idrolisi del gruppo acetato, che porta all'essudazione di acido acetico danneggiando il supporto polimerico. L'acetato di cellulosa tende a deformarsi, restringendosi anche fino al 10%, e a divenire fragile poiché la catena polimerica di cui è formato si accorcia irrimediabilmente. Dagli studi condotti dal Getty Conservation Institute, è emerso che l'infragilimento dell'acetato è direttamente collegato alla quantità di plastificante utilizzato per la creazione del materiale **[6]**. L'andamento della sindrome risulta irreversibile e inarrestabile, ed è determinata da un momento critico che dà inizio al rapido sviluppo di acido acetico e il

conseguente degrado del materiale. L'inizio del deterioramento viene generalmente associato a una cattiva conservazione: come noto, umidità e temperature incidono molto sulla durata media dell'acetato di cellulosa.
Lo scopo delle analisi diagnostiche svolte sul *Rodovetro n° 100* era principalmente quello di comprendere fino a che punto la sindrome dell'aceto si fosse sviluppata nell'acetato di cellulosa.
Come da prassi consolidata, il primo test effettuato, atto a comprendere il livello di degrado chimico della sindrome dell'aceto, è avvenuto tramite A-D Strips **[7]**. Attraverso il monitoraggio dell'acetato *n° 100* è stato possibile notare che l'indicatore di livello degradativo si presentava pari a zero (colorazione blu), ovvero indice di carenza di vapori acidi, generalmente associabili all'assenza della sindrome dell'aceto. Questo risultato non coincideva però con il reale stato di degrado del materiale, che invece appariva visivamente infragilito e con evidenti essudazioni dei plastificanti derivati dall'avanzato stato della sindrome dell'aceto. Per comprendere meglio l'andamento degli stadi della sindrome, sono state condotte indagini diagnostiche comparative su tre rodovetri di eguale fattura ma con un differente stato conservativo, in maniera da confrontare i risultati.
La spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR) è tra le tecniche diagnostiche più utilizzate per lo studio dei derivati della cellulosa. Questa tecnica si base sull'assorbimento di radiazione infrarossa da parte del materiale in analisi: poiché ogni gruppo funzionale assorbe a frequenze caratteristiche (espresse in cm^{-1}), la spettroscopia FTIR consente di studiare la composizione chimica dei materiali. Inoltre, poiché l'intensità dei picchi di assorbimento è proporzionale alla concentrazione della specie chimica, la tecnica è particolarmente adatta allo studio delle variazioni di composizione dei materiali. Infine, la modalità di misurazione in Riflettanza Totale Attenuata (ATR) permette la registrazione dello spettro infrarosso ponendo a contatto il campione con un cristallo ad alto indice di rifrazione (nel presente studio si è usato un cristallo di diamante) e quindi consentendo una completa non invasività della misurazione.
Esaminando la composizione chimica dei tre rodovetri tramite spettroscopia FTIR, è stata riscontrata un'alta presenza di gruppi O-C=O, sintomo di acetilazione elevata caratteristica del triacetato di cellulosa. Successivamente ci si è focalizzati su tre picchi di assorbimento principali: la banda relativa al gruppo estere del gruppo acetato O-C=O (1750-1720 cm^{-1} circa), quella relativa all'acqua assorbita nel materiale (3400-3300 cm^{-1} circa) e quella relativa alla cellulosa (1100-900 cm^{-1} circa). Le variazioni di intensità relativa di queste tre bande, hanno permesso di definire i diversi gradi di avanzamento della sindrome che abbiamo classificato in stato iniziale, stadio centrale, *post sindrome* **[8]**.

- Stato iniziale
  L'indagine è stata effettuata su un *Rodovetro "vergine"* (A-D Strips = 0, Blu) fornitoci dalla Fondazione Micheletti, che si presentava in ottimo stato conservativo. Esaminando lo spettro sembrava che la sindrome dell'aceto non avesse ancora colpito il materiale, infatti, la banda corrispondente al gruppo acetato O-C=O, uno degli elementi costitutivi dell'acetato di cellulosa, appariva molto intensa, questo ne conferma ancora la presenza. Inoltre, la banda poco intensa dell'acqua mostra come il materiale in uno stato conservativo ottimale, fosse poco sensibile all'umidità. **[Fig. 2]**
- Stadio centrale
  L'indagine è stata effettuata sul *Rodovetro n° 30* (A-D Strips = 1, verde) con soggetto *Susy Bong* che cominciava a presentare ondulazioni e parziale irrigidimento lungo i margini. In questo caso la sindrome appariva in svolgimento, la banda principale dei gruppi acetato è notevolmente diminuita (in quanto trasformatasi in acido acetico volatile) mentre la banda dell'acqua appare aumentata e indice di un'aumentata umidità presente all'interno dell'opera. **[Fig. 3]**
- *Post sindrome*
  L'indagine è stata effettuata sull'acetato di cellulosa da noi preso in esame, *Rodovetro n° 100*. In questo caso la banda tipica del gruppo acetato era quasi completamente sparita, in aggiunta, la banda relativa all'acqua appariva notevolmente diminuita. A causa della diminuzione di intensità di queste bande, risultano più evidenti le bande (molto strette) degli agenti plasticanti e degli altri additivi che giocano un ruolo importante nell'infragilimento dell'acetato di cellulosa in questo ultimo stadio. **[Fig. 4]**

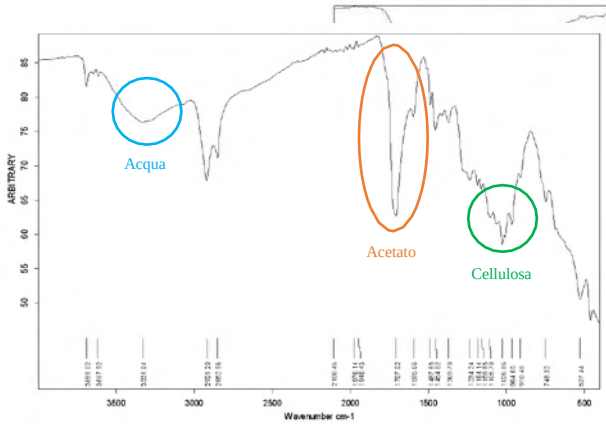


Figura 2. Spettro FTIR *Rodovetro vergine*

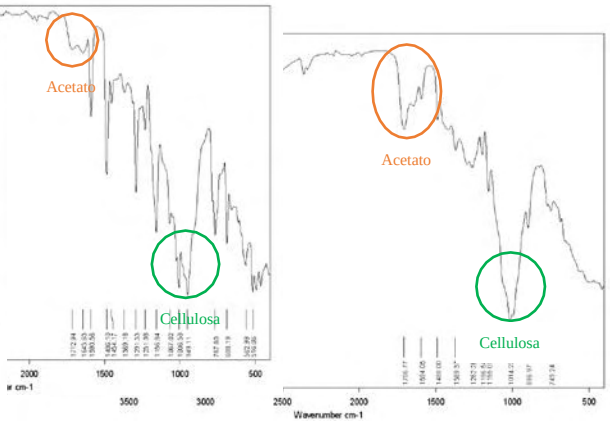


Figura 3. Spettro FTIR *Rodovetro n° 30*

Figura 4. Spettro FTIR Rodovetro n° *100*

Il cambiamento avvenuto con la *post sindrome* ci ha spinti a considerare il materiale, pur caratterizzato dai residui del trattamento acetilato, dai componenti plastificanti e altri derivati, molto affine alla carta (poiché la banda di assorbimento più intensa risulta appunto quella della cellulosa). Per tale motivo le sperimentazioni condotte, finalizzate al recupero strutturale dei supporti, sono state concentrate sui trattamenti acquosi già consolidati nel campo del restauro cartaceo.

Test acquosi

Il lavoro è stato impostato anche basandosi sulla bibliografia relativa all'umidificazione del materiale in acetato di cellulosa, in particolare sull'intervento di spianamento acquoso condotto dall'*ISCR* sull'opera *Bianco-Arancio* di Carla Accardi **[9]**, e su uno studio effettuato dal Getty Conservation Institute, in cui si evidenzia che la perdita ed essudazione di plastificanti appariva indipendente dall'apporto di umidità **[10]**.
Sono stati elaborati diversi test fisici con lo scopo di individuare la migliore metodologia di idratazione dell'acetato *n° 100*, le cui particolari condizioni conservative fornivano un'occasione per poter valutare se l'apporto di umidità generasse effettivamente dei benefici.
I test sono stati svolti su sei frammenti non ricollocabili di diverse dimensioni dell'acetato *n° 100*, che presentavano il medesimo stato di conservazione. Le sperimentazioni sono consistite in apporto di umidità diretta, tramite pennello e carta assorbente, realizzazione di pacchetti di carta assorbente e *SympaTex*® così da prolungare l'apporto di umidità nel tempo, idratazione tramite l'azione combinata di cappa umidificante e tavola aspirante

Idratazione diretta

Il primo test è stato svolto applicando a pennello dell'acqua demineralizzata direttamente sul frammento. Le reazioni ottico-fisiche hanno riportato un giovamento del materiale consistente nello spianamento delle ondulazioni e in un miglioramento visivo della resistenza meccanica. I risultati ottenuti non sono stati però duraturi nel tempo, infatti nel momento in cui l'acqua cominciava ad evaporare, il materiale ritornava ondulato e appariva meno resistente. Il secondo frammento è stato umidificato tramite carta assorbente posta a diretto contatto con il materiale. I risultati coincidevano con il test precedente. Anche in questo caso, dato l'apporto di umidità per breve periodo (circa un minuto), i benefici sono stati temporanei.

Umidificazione per capillarità

Considerata la scarsa efficacia del primo trattamento, è stata ridotta la quantità di acqua e aumentata la durata dell'apporto tramite un'umidificazione capillare a pacchetto.
Il terzo frammento è stato idratato per circa cinque minuti imbibendo due tasselli di carta assorbente con acqua deionizzata, interfoliata da Bondina così da evitare il contatto diretto. Infine il pacchetto è stato chiuso all'interno di un foglio di *Melinex*® sigillato sui quattro lati, per mantenere l'umidità all'interno della cella ermetica **[Fig. 5]**.
La quarta sperimentazione è consistita nell'umidificazione per capillarità con membrana *SympaTex*®. Anche in questo caso sono stati preparati due tasselli di carta assorbente imbibiti di acqua deionizzata, su di essi è stata posizionata la membrana di *SympaTex*® con il frammento di acetato. Infine il pacchetto è stato inserito per circa 10 minuti all'interno di una cella ermetica creata con un foglio di *Melinex*® sigillato ai lati. **[Fig. 6]**.



Figura 5. Test con carta assorbente

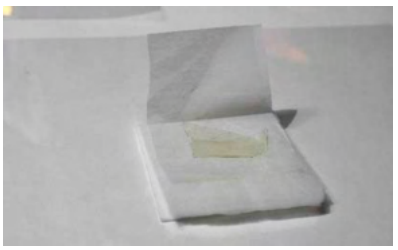


Figura 6. Test con membrana *SympaTex*®

Mentre nel caso del pacchetto creato con carte assorbenti lo spianamento è avvenuto in maniera omogenea senza deformazioni significative e la resistenza meccanica è nettamente aumentata anche a distanza di ore **[11]**, il trattamento di idratazione con membrana *SympaTex*®, è risultato solo parzialmente efficace. Questo potrebbe essere imputabile al diverso quantitativo acquoso filtrato attraverso la membrana *SympaTex*® che, non risultando perfettamente omogeneo su tutta la superficie, ha generato effetti diversi.
Analizzando i frammenti con tecnica diagnostica FTIR è stato possibile valutare l'efficacia dei test anche dal punto di vista chimico. In ambedue i casi gli spettri presentavano una banda di assorbimento dell'acqua molto intensa mentre quella degli esteri O-C=O era quasi nulla. Analizzando i frammenti in diversi punti abbiamo notato che la banda dell'acqua non aveva intensità uniforme, ad indicare che la membrana *SympaTex*® e la carta assorbente, anche se in maniera molto inferiore, non sempre riescono ad umidificare in maniera uniforme l'intera superfice.

Idratazione svolta con cappa umidificante e tavolo aspirante

Sulla base dei test precedentemente svolti, è stato chiaro che l'umidificazione dovesse essere effettuata in maniera più calibrata e uniforme. È stato dunque elaborato un sistema di idratazione, ponendo un frammento all'interno di una cappa ermetica il cui costante grado di umidità veniva garantito da un umidificatore a ultrasuoni; l'intera strumentazione è stata posta sopra ad un tavolo aspirante in grado di modulare la forza di aspirazione mantenendo planare il rodovetro **[Fig. 7]**. Questa combinazione di strumenti ha permesso di gestire efficacemente e contemporaneamente l'idratazione e lo spianamento dei frammenti. La quantità di umidità e la forza di aspirazione sono state costantemente monitorate in modo da non degradare l'acetato.
I risultati ottenuti dall'umidificazione di due frammenti dell'acetato *n° 100* sono apparsi eccellenti poiché entrambi hanno riacquistato le originarie caratteristiche fisiche: il materiale è risultato coeso e flessibile, simile ad un acetato non degradato. Inoltre, la planarità (nonostante la presenza di pieghe che caratterizzavano la superficie prima del trattamento) risultava discreta e uniforme.
Le fasi operative di spianamento sono cominciate con l'impostazione delle soglie minime e massime di umidificazione, tra il 75% e il 95%, da apportare all'interno della cappa. Successivamente i frammenti sono stati posizionati sopra ad un supporto in *SympaTex*® **[12]** di dimensioni leggermente maggiori, e posti sul tavolo aspirante, all'interno della cappa di umidificazione precedentemente avviata. In generale l'apporto di umidità può dirsi concluso quando il campione raggiunge un grado di flessibilità simile a un materiale non degradato. Dopo circa dieci minuti è stato spento il sistema umidificante e sostituito il supporto in *SympaTex*® con un foglio di carta assorbente asciutta così da rimuovere l'eventuale eccesso d'acqua depositatosi sui materiali. Dopodiché, con la cappa ancora satura di umidità, è stato azionato il tavolo aspirante differenziando la forza di aspirazione in base allo stato fisico dei frammenti. Infine i frammenti sono stati posti tra carte assorbenti sotto un leggero peso che ha permesso la lenta asciugatura e stabilizzazione dell'acetato.

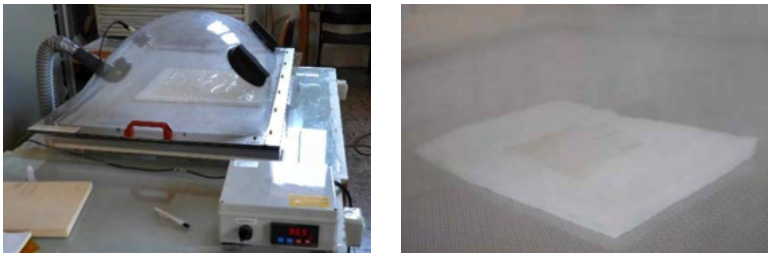


Figura 7. Metodologia con cappa umidificatrice e tavolo aspirante

I risultati migliori, sono stati ottenuti tramite l'apporto di umidità all'interno della cella ermetica con umidificatore ad ultrasuoni e tavolo aspirante. La combinazione di questi due strumenti ha permesso di spianare il frammento uniformemente senza esercitare pressione, dato fondamentale vista l'elevata fragilità dell'acetato di cellulosa in avanzato stato di degrado.

Appare evidente che questo tipo di idratazione ha effetto sull'intera opera, limitando la possibilità di intervenire unicamente su punti specifici. A tale scopo risultano efficaci le metodologie per capillarità con carta assorbente e *SympaTex*® citate in precedenza, la cui applicazione localizzata risulta efficace e duratura nel tempo.

Conclusioni ottico-fisiche e diagnostiche

Gli esiti utilizzando quest'ultima metodologia operativa sono risultati molto confortanti. Nella totalità dei frammenti sono state riottenute planarità e flessibilità **[Fig. 8]**. I risultati sembrano avvalorare l'ipotesi inerente il cambiamento radicale dell'acetato di cellulosa degradato, confermando la presenza di una nuova fase della sindrome dell'aceto, la *post sindrome*, stato in cui la metodologia acquosa potrebbe giocare un ruolo chiave in alcuni stadi degradativi specifici, penetrando all'interno del materiale cellulosico e riuscendo a "compensare" le zone carenti di gruppi acetato, conferendo al materiale delle caratteristiche di polarità simili al materiale originario e quindi la possibilità di creare quella rete di interazioni intermolecolari (principalmente legami ad idrogeno) che ne determinano anche le caratteristiche meccaniche e tecnologiche. Inoltre, svolgendo ulteriori analisi su diversi punti dei frammenti con tecnica diagnostica FTIR, abbiamo potuto constatare che tutti i risultati presentavano spettri pressoché identici: la banda dell'assorbimento dell'acqua risulta molto intensa, mentre quella degli esteri O-C=O appare quasi assente **[Fig. 9]**. Questo indica che la metodologia con cappa di umidificazione e tavolo aspirante ha agito idratando in maniera controllata e uniforme l'intera superficie del materiale. Infine il monitoraggio dell'umidità del materiale tramite una tecnica diagnostica veloce e non invasiva come la spettroscopia IR, è indicato per controllare lo stato di degrado del materiale durante la post sindrome.



Figura 8. Frammento pre e post spianamento

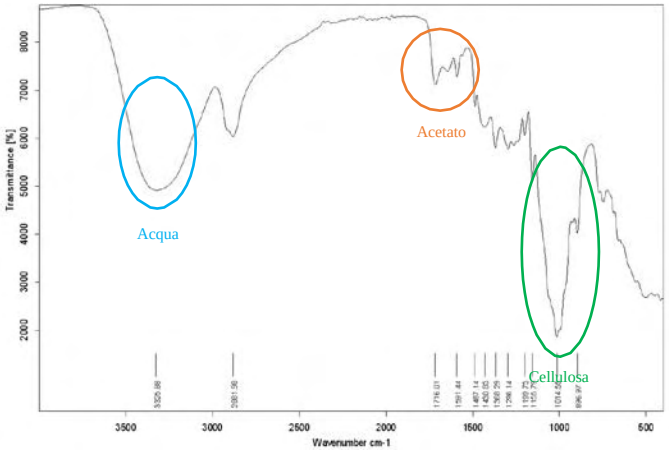


Figura 9. Spettro FTIR post trattamento acquoso

Il restauro

Lo scopo primario del restauro è stato mettere in sicurezza le due formine contenute all'interno del *Rodovetro n° 100*. Il ripiegamento dell'acetato su sé stesso, rischiava di peggiorare lo stato conservativo delle figure. Difatti, la sindrome dell'aceto, che aveva infragilito e alterato i colori delle immagini compromettendone la lettura, aveva generato diverse tensioni tra *Susy Bong*, il cane *Arturo* e il supporto in cui erano applicati. È stato dunque necessario aprire il rodovetro per poter accedere alle due formine così da valutare se procedere allo smontaggio delle stesse in totale sicurezza. A questo scopo sono servite le indagini diagnostiche e i test di idratazione precedentemente svolti: infatti dai risultati ottenuti è stato possibile individuare la migliore metodologia per l'apertura del rodovetro, sfruttando le peculiarità dei sistemi acquosi.

Pulitura e apertura del rodovetro

Utilizzando un tamponcino di cotone sono state rimosse le essudazioni di acido acetico e i depositi polverulenti **[Fig. 10]**. Poiché in alcune zone i depositi salini di acido acetico erano penetrati anche all'interno dell'acetato, è stato necessario utilizzare un solvente (alcol etilico) per la totale rimozione dell'opacizzazione da essi generata. Durante l'operazione è stato fondamentale evitare di generare forti pressioni con il tampone, per evitare la crettatura e la rottura dell'acetato stesso o delle formine. Inoltre, per mezzo di una spatolina, sono stati rimossi i due frammenti di nastro adesivo presenti lungo il perimetro, il cui collante risultava ormai cristallizzato.
A seguito delle indagini diagnostiche e dei test fisici effettuati, si è proceduto all'apertura del rodovetro per via umida operando in due modalità diverse:

- Apertura con membrana *SympaTex*®: questa prima fase, svolta con la stessa metodologia precedentemente adoperata nel test sul quarto frammento dello stesso rodovetro, è durata cinque minuti, e ci ha permesso di ammorbidire l'acetato consentendoci di aprire parzialmente il rodovetro.
- Completa apertura con carta assorbente: il passo successivo, è stato effettuato utilizzando delle strisce di varia larghezza di carta assorbente ben inumidite con acqua deionizzata. L'applicazione era avvenuta per brevi secondi sulla piega centrale e sui margini esterni del rodovetro mantenendo costantemente monitorato l'apporto di acqua. L'umidificazione aveva ammorbidito efficacemente l'acetato, consentendoci di aprire il rodovetro **[Fig. 11]**.



Figura 10 Rimozione delle efflorescenze



Figura 11 Totale apertura del rodovetro

Distacco delle formine

Dopo la totale apertura del rodovetro, è risultato necessario rimuovere le formine per evitare lo sviluppo di ulteriori problematiche legate alle tensioni e all'alterazione del colore a contatto con l'acetato sottostante. Inoltre, le figure si presentavano già ritagliate e adese al supporto, non dipinte direttamente sullo stesso. Questa peculiarità è risultata fondamentale per il mantenimento dell'originale senza la necessità di agire drasticamente sul supporto secondario.
Grazie al consenso fornitoci dai membri della *Fondazione Micheletti* per poter operare, abbiamo avviato le fasi di rimozione delle sagome. Per queste fasi operative è stato essenziale seguire le teorie del restauro esposte da Ron Barbagallo, direttore della *Animation Art Conservation* in America. Egli predilige la conservazione preventiva ed il restauro delle opere d'arte animate **[13]**.
Per prima cosa sono state ricalcate le figure su un foglio lucido, così da mappare la posizione esatta delle immagini da riapplicare.
Il distacco è stato svolto inizialmente sul cane *Arturo* a secco tramite l'utilizzo di una spatolina; l'operazione non ha presentato particolari difficoltà poiché il potere adesivo del nastro era ormai completamente svanito. Inoltre il legante contenuto nel colore non aveva interagito col supporto sottostante **[Fig. 12]**. Una volta separata la formina si è proceduto con la rimozione del nastro residuo dalla sagoma stessa.
Seguendo il principio americano di Barbagallo, si sta tentando di individuare una metodologia per poter applicare i tratti originali, che costituivano i peli di *Arturo* dipinti a pennino sull'acetato sottostante, al nuovo supporto.



Figura 12. Rimozione della formina del cane *Arturo*

Conclusioni

La ricerca da noi affrontata si propone di individuare una metodologia efficace per la salvaguardia e il recupero della planarità dei rodovetri cercando di svolgere un esame approfondito sui supporti in acetato di cellulosa e sull'andamento caratteristico della sindrome dell'aceto.
Gli studi sono solo all'inizio, la scoperta di una nuova fase degradativa, la *post sindrome*, e l'utilizzo di sistemi acquosi utili al risanamento del materiale, vogliono essere un primo spunto per la ricerca, avendo come base metodologica il comune principio di restauro, ovvero il recupero e la conservazione dell'opera originale. Per fare ciò ogni intervento deve essere condotto basandosi su mirate indagini diagnostiche, utili ad implementare la conoscenza ed ottenere maggiore familiarità con questo fragile supporto trasparente, senza trascurare la bibliografia esistente sul materiale fotografico, cinematografico e contemporaneo.

Il rapido deterioramento intrinseco dell'acetato di cellulosa rende il materiale rodovetrico gravemente suscettibile all'avanzare del tempo. Le problematiche sono molte, non solo in campo fotografico e cinematografico animato: basti pensare alle opere d'arte contemporanea su supporti trasparenti, che rischiano di scomparire se non vengono adottate soluzioni tempestive utili alla salvaguardia del materiale degradato. È necessario conservare e restaurare, senza sostituire tali operazioni con la duplicazione o con la moderna digitalizzazione.
Intervenire e ampliare la ricerca sull'acetato di cellulosa e sulla tecnica storico-artistica dei rodovetri appare fondamentale per non dimenticare una delle pratiche più fantasiose e libere di sempre: il cartone animato.

Note

[1] *Derby colore*, *Indiani*, *Ballerine*, *Saper vendere super lucido Drago*, *Il mondo di Susy Bong*.
[2] La catalizzazione idrolitica dei gruppi esteri, genera un effetto a catena che coinvolge anche il materiale acetilcellulosico vicino, creando una sorta di pandemia contagiosa. Cfr. Chiantore, Rava 2005, pp. 84-87.
[3] Biason Enrico, *"Diagnostica e studio scientifico sui rodovetri"*, tesi di laurea, relatore M. Di Foggia, Accademia di Belle Arti di Bologna (BO), a.a. 2016/2017; *Ibidem*, *"Studio, ricerca e restauro di tre rodovetri appartenenti al fondo Gamma Film e Corona Cinematografica"*, tesi di laurea, relatrice M. Gianferrari, Accademia di Belle Arti di Bologna (BO), a.a. 2016/2017.
[4] Il personaggio di *Susy Bong* nasce nel 1963 e va in onda in una ventina di caroselli. *Susy* è rappresentata con enorme fiocco in testa, un bambolotto e un fido compagno di avventure, il cagnolino *Arturo*. Le brevi avventure animate sono costellate dalle maldestre (anche se in buona fede) azioni di *Susy* che semina il caos e la sporcizia poi ovviamente ripulita dal prodotto pubblicizzato, il sapone da bucato Sole delle Saponerie Italiane Panigal.
[5] Da un'intervista a Bambina Jeri, direttrice del reparto di coloritura delle immagini presso la *Gamma Film*, è emerso che il colore impiegato per la realizzazione dei rodovetri veniva creato in laboratorio da un chimico dello *Studio*. Svolgendo analisi specifiche tramite spettroscopia Raman e FTIR, è risultato che il legante utilizzato era di origine alchidica, quindi si trattava di un olio che, miscelato con i pigmenti, generava una pellicola pittorica facilmente stendibile e non crettante. Il legante alchidico, non solubile in solventi acquosi, è stato un dato fondamentale per poter intervenire in completa sicurezza durante le sperimentazioni in ambiente acquoso. Cfr. Biason 2017, Allegato IV, pp. 121-125.
[6] Richardson 2013, pp. 231-236.
[7] Bigourdan 2010, p. 4.
[8] Biason 2017, pp.25-30.
[9] *"Lo spianamento è stato eseguito mediante umidificazione indiretta, con carta assorbente leggermente bagnata, lasciata per pochi minuti a contatto con l'acetato di cellulosa e sostituita ripetutamente da carta assorbente asciutta, mantenendo la fascia sotto peso fino a completa asciugatura"*. De Cesare 2016, pp. 17.
[10] Vd. nota 6.
[11] Idratando all'estremo lo stesso frammento con la medesima metodologia per circa due ore, abbiamo potuto constatare che il trattamento generava l'effetto opposto rendendo irreversibile il degrado. La comparsa di essudazioni opaco-biancastre (acido acetico e/o plastificanti), avevano generato un irrigidimento del materiale e una forte ondulazione.
[12] La superficie della membrana *SympaTex*® simile al cotone e la traspirazione che caratteristica del materiale, permise al frammento di "aggrapparsi" alla base operativa consentendo al tavolo sottostante di effettuare una corretta aspirazione.
[13] *"Poiché credo nell'oggetto originale, ho deciso anni fa di non portare avanti una pratica che coinvolge il restauro completo (inteso come sostituzione ex novo dell'originale) dell'art animation, ma piuttosto di spingere la "riparazione" di animation art tenendo in considerazione la conservazione effettiva […]"*. Ron Barbagallo, *Animation art conservation*. [sito web].

Bibliografia

1. Barbagallo Ron, *"Mikey, Donald, Goofy & Pluto: what's breaking up that old gang of mine? A quantitative look at the "cel" art created for Walt Disney's animated films and its deterioration process"*, in *"Topics in photographic preservation"*, volume 6, 1995, pp. 98-105.
2. Biason Enrico, *"Diagnostica e studio scientifico sui rodovetri"*, tesi di laurea, relatore M. Di Foggia, Accademia di Belle Arti di Bologna (BO), a.a. 2016/2017.
3. Biason Enrico, *"Studio, ricerca e restauro di tre rodovetri appartenenti al fondo Gamma Film e Corona Cinematografica"*, tesi di laurea, relatrice M. Gianferrari, Accademia di Belle Arti di Bologna (BO), a.a. 2016/2017.
4. Bigourdan Jean-Louis, *"From Silver Image to Silver Anniversary a look back at 25 years of award-winning preservation research at RIT's Image Permanence Institute"*, in *"Image Permanence Institute (IPI) 25th anniversary book"*, R.I.T. College of Imaging Arts and Sciences, Rochester, New York, 2010, p. 4.

5. Brancato Sara, *"I rodovetri del film La Lunga Calza Verde (1961): programma di conservazione e progetto di restauro"*, tesi di laurea, relatrice S. Scarrocchia, Accademia di Belle Arti di Brera (MI), a.a. 2010/2011.
6. Brancato Sara, *"Riscoprendo il Fondo Gamma Film: restauro e valorizzazione del cine d'animazione italiano degli anni sessanta"*, in *"XII Congresso Nazionale IGIIC – Lo Stato dell'Arte"*, Nardini Editore, Firenze, 2014, pp. 205-413.
7. Chiantore Oscar, Rava Antonio, *"Conservare l'arte contemporanea. Problemi, metodi, materiali, ricerche (Arte contemporanea)"*, Mondadori Electa, Milano, 2005, pp.84-87.
8. Cipriani Anna, *"L'evoluzione di un materiale innovativo dai molti usi: la plastica. Studio per la salvaguardia di opere polimeriche"*, tesi di laurea, relatore R. Ganzerla, Università Ca' Foscari Venezia, a.a. 2014/2015.
9. Cudell Ana et al., *"Strategies for the conservation of cellulose acetate artworks – a case study of two plastic books"*, in *"Modern Materials and Contemporary Art"*, ICOM, Lisbona, 2011.
10. De Cesare Grazia et al., *"Bianco-Arancio di Carla Accardi: l'intervento di restauro e lo studio sul comportamento meccanico dell'acetato di cellulosa"*, in *"Bollettino ICR XXXI"*, Nardini Editore, Pistoia, 2016, pp. 11-38.
11. Giachet Truffa Miriam et al., *"Assessment of the composition and condition of animation cels made from cellulose acetate"*, in *"Polymer Degradation and Stability"*, numero 107, Elsevier, 2014, pp. 223-230, [pubblicazione web].
12. Giachet Truffa Miriam et al., *"Characterization of chemical and physical properties of animation cels from the Walt Disney Animation Research Library"*, in *"ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints, Melbourne, 15–19 September 2014"*, J. Bridgland, International Council of Museums, Parigi, 2014, art. #1012.
13. Richardson Emma, et al., *"Assessing the physical stability of archival cellulose acetate films by monitoring plasticizer loss"*, in *"Polymer Degradation and Stability"*, numero 107, Elsevier, 2013, pp. 231-236, [pubblicazione web].
14. Saracino Hong Karen, *"Animation cel storage and preservation: caring for a unique american art form"*, tesi di Master, John F. Kennedy University, San Francisco, 2006.
15. Shashoua Yvonne, *"Conservation of plastics: material science, degradation and preservation"*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2008.
16. Shashoua Yvonne, Schilling Michael, Mazurek Joy, *"The effectiveness of conservation adsorbents at inhibiting degradation of cellulose acetate"*, in *"ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints, Melbourne, 15–19 September 2014"*, J. Bridgland, International Council of Museums, Parigi, 2014, art. #1010.
17. Witkowski Linda, *"The animation cel: structure and conservation"*, in *"Art Conservation Training Programs Conference, May 13, 1983, Department of Conservation of Historic and Artistic Works State University of New York College at Buffalo"*, Cooperstown, New York, 1983, pp. 73-80.

Sitografia

1. ANIMATION ART CONSERVATION, "The Ethical Approach to Repair", [sito web].
   http://www.animationartconservation.com/art-conservation.html
   [Ultimo accesso: 13 giugno 2020, 12:31]
2. S/R LABORATORIES ANIMATION ART CONSERVATION CENTER, "Conservation & Restoration", [sito web].
   https://www.srlabs.com/conservation-restoration/
   [Ultimo accesso: 20 agosto 2020, 9:24]
3. THE J. PAUL GETTY MUSEUM, Preservation of Plastics, [sito web].
   http://www.getty.edu/conservation/our_projects/science/plastics/disney.html
   [Ultimo accesso: 31 luglio 2020, 15:16]

L'OBSOLESCENZA DEI QUESTIONARI, COMPARAZIONE DELLE METODOLOGIE DI ARCHIVIAZIONE

Carlotta Campanini, Emanuele Arielli, Luisa Mensi

Dottoressa Magistrale in Arti visive e moda, laureata presso l'Università IUAV di Venezia, carlotta.campanini93@gmail.com
Relatore prof. Emanuele Arielli, emanuele.arielli@gmail.com
Correlatrice prof.ssa Luisa Mensi, luisamensi@gmail.com

Abstract

Le istituzioni museali hanno provveduto, nel corso degli anni, a raccogliere informazioni sulle opere appartenenti alle proprie collezioni, conservandole in appositi dossier. Si è venuto così a creare una sorta di documento d'identità per ogni opera d'arte, riassuntivo degli aspetti più significativi.
Questi dossier sono stati spesso costituiti seguendo dei modelli prestabiliti, nel tempo diventati più ampi e inclusivi. A volte sotto forma di intervista, di lista di istruzioni o di questionario. Tramite l'analisi di questi modelli è stata possibile una graduale presa di coscienza riguardo la conservazione e l'importanza del porsi i giusti interrogativi fin dal principio.
I primissimi tentativi agli inizi del Novecento con il restauratore Büttner Pfänner zu Thal, il pittore George Rueter e successivamente il conservatore Erich Gantzert-Castrillo avevano portato alla crescente proliferazione di modelli per la registrazione dati: il *Model for registration system for contemporary art*, l'*Artist Technique Data File* (ATDF), il *Decision-Making Model*, o il *Variable Media Questionnaire* (VMQ). Le informazioni richieste per la loro compilazione, dai grafici esplicativi, passando per le interviste fino al *condition report* e agli aspetti legali, erano spesso reperibili con fatica e, qualora lo fossero, componevano dossier consistenti, ma talvolta insufficienti per descrivere le opere d'arte di per sé difficilmente imbrigliabili. Inoltre, la scelta di appoggiarsi a banche dati computerizzate, create appositamente e spesso non aggiornabili per mancanza di fondi, metteva a rischio la reperibilità dei materiali raccolti e di conseguenza anche una scelta consapevole delle strategie conservative più adatte ai singoli casi.
In particolar modo, le opere multimediali e digitali necessitavano di un approccio comprendente la componente elettronica, per le quali vennero ideati modelli come il *Capturing Unstable Media Conceptual Model* (CMCM) o l'*Artbase Artist Questionnaire* di Rhizome, oltre a numerosi database accessibili sul web. Questi modelli, frutto di progetti che necessitavano di tempo ed ingenti risorse, erano destinati ad essere presto sostituiti da altri più aggiornati per terminologia, per sistema di computerizzazione e per inclusione di nuove forme d'arte, tanto che si può parlare di obsolescenza dei modelli stessi. Quanto di queste forme obsolete è ancora utilizzato e che valore può avere oggi un simile documento? Quali sono le differenze in comparazione ai modelli odierni in Italia e quali i progetti per il futuro?

Introduzione

L'esperta di nuovi media Annet Dekker sottolineò come l'attività di documentazione potesse essere diversa a seconda del fine ultimo con cui essa era attuata, e a questo proposito individuò sette diversi modi di documentare un'opera d'arte. Scriveva nel 2013:

> «Al momento, si possono distinguere diversi tipi di documentazione: in primo luogo, la documentazione prodotta a scopo pubblicitario e di divulgazione; secondo, ai fini della ricostruzione o della conservazione; terzo, per descrivere i cambiamenti processuali nell'aspetto di un'opera; quarto, per sviluppare un "quadro" o riferimento estetico e / o storico; quinto, a fini educativi; sesto, per raccogliere le esperienze del pubblico; e settimo, per apprendere il processo creativo o lavorativo dell'artista»**[1]**.

Questi sette ambiti di documentazione sottolineano la molteplicità di aspetti che interessano un'opera d'arte e ci dà un'idea della quantità di informazioni che può costituirne la storia e l'identità. Infatti, la progressiva raccolta di informazioni da parte delle istituzioni sulle opere appartenenti alla loro collezione, ha dato forma a molteplici dossier, ciascuno costituente una sorta di documento d'identità dell'opera d'arte che tramite dati e immagini, ne raccoglie gli aspetti più rilevanti. Questi dossier sono stati spesso redatti seguendo dei modelli ideati appositamente da team di esperti, e nel tempo sono diventati più ampi e inclusivi, a volte prendendo forma di intervista, di lista di istruzioni o di questionario. L'analisi di questi modelli ci consente di accorgerci di quali fossero le informazioni ritenute importanti di volta in volta e di come queste mutassero al variare dei materiali delle opere e delle tecnologie disponibili.

Le primissime iniziative di raccolta di informazioni specificatamente pensate allo scopo di conservare l'arte moderna provennero da Olanda e Germania **[2]** e prendevano forma di questionari con domande aperte.
In Germania, già all'inizio del secolo, lo storico dell'arte e restauratore Büttner Pfänner zu Thal (1959-1919) si premurò di domandare a duecento artisti riguardo le proprie tecniche, consegnando loro un questionario da compilare. Il suo interesse pioneristico riguardo i materiali utilizzati dagli artisti non venne però premiato, in quanto solo tre dei questionari gli vennero restituiti compilati **[3]**. Ebbe maggior fortuna il primo tentativo in Olanda, con il pittore George Rueter, interessato a reperire dagli artisti della città di Amsterdam istruzioni per la conservazione delle loro opere **[4]**. Agli artisti venne richiesto di compilare un questionario che aiutasse a prevenire interventi di restauro scorretti e che preservasse l'intento artistico, ed era composto di domande riguardanti il processo creativo e i materiali utilizzati e indicazioni per una possibile pulizia dell'opera **[5]**.

Un altro caso degno di menzione coinvolge due conservatori del Restaurierungszentrum di Düsseldorf: Heinz Althofer e Hiltrud Schinzel, che nel periodo tra il 1979 e il 1983 raccolsero trentanove questionari riferiti ad opere specifiche della collezione del Kunst Museum di Dusseldorf **[6]**. Il questionario affrontava finalmente la spinosa questione del futuro dell'opera, cercando di ottenere dagli artisti la loro opinione sul tema della conservazione e sul loro eventuale coinvolgimento. Il modello si componeva di domande aperte, come le seguenti: Riguardo la conservazione di arte moderna, il seguente problema ha per me speciale importanza: …", oppure: "Eventualmente coopereresti per risolvere il problema?".
La questione riguardante l'importanza del significato di tecniche e materiali, che per prima aveva interessato Rueter, rimaneva invece inesplorata. In aggiunta al questionario, Althofer e Schinzel proposero la realizzazione di materiale video raffigurante l'artista al lavoro per testimoniare il processo creativo.

Erich Gantzert-Castrillo, assunto come conservatore presso il Wiesbaden Museum nel 1968, ideò per proprio interesse una serie di questionari relativi alla documentazione di opere d'arte o architettura e ne inviò una copia al maggior numero di artisti che riuscì a contattare, attivi nei paesi germanofoni **[7]**. Il questionario ebbe un discreto successo e Castrillo riuscì anche a pubblicare un volume nel 1979 che ne assemblava a centinaia e che è ricordato come la risultante del *Wiesbaden project*. Anni più tardi, Castrillo face parte dello staff che nel 1991 aprì le porte del nuovo Museo di arte moderna (MMK) a Francoforte, e si occupò anche, assieme ad un team da lui assemblato, di sviluppare un nuovo modello di registrazione delle opere della collezione, chiamato *Model for registration system for contemporary art* **[8]**.
Negli anni Novanta era già chiara la necessità di creare un modello digitalizzato che fosse accessibile a tutti i reparti del museo in modo da essere aggiornato con tutti gli aspetti provenienti da un ambito di più ampio raggio. Il modello consisteva infatti in un programma computerizzato sviluppato sulla linea delle banche dati bibliotecarie, il cui intento era quello di funzionare come schedario di informazioni relative alla collezione, accessibile tramite computer e modificabile riempiendo quarantasei maschere a scelta multipla **[9]**. Inizialmente le opere che l'archivio era in grado di immagazzinare erano limitate alle sole composte da media tradizionali, ma con la progressiva crescita del progetto vennero incusi anche media quali video, installazioni e film. Questa modalità risultava piuttosto limitante, soprattutto nella descrizione di opere contemporanee dove l'elenco delle varie parti poteva non corrispondere alle voci del vocabolario dato **[10]**.

Altri passi avanti nell'ambito della raccolta di informazioni direttamente dagli artisti si svolsero oltreoceano all'incirca negli stessi anni del progetto Dusseldorf. Un gruppo di colleghi composto dal curatore e conservatore americano George L. Stout (1897-1978), W. Thomas Chase e la conservatrice e professoressa Joyce Hill Stoner, svilupparono il progetto, chiamato *The Artist Technique Data File (ATDF)*. A livello pratico, consisteva nella raccolta di interviste fatte ad artisti, conservatori, curatori e storici, raccolte dai membri del progetto e trascritte grazie all'aiuto di studenti e volontari. Il modello si era trasformato da questionario ad intervista orale, basata su linee guida, scritte come elenchi puntati di argomenti chiave. Questa modalità permetteva di iniziare il discorso con domande generiche per stringere successivamente il focus su argomenti specifici. Il progetto, che oggi include un archivio di oltre ottocento interviste, ha subito una migrazione di dominio dovuta alla grande quantità di dati e alla mancanza di fondi, transitando da Delaware alla Tate Gallery di Londra, al Getty Conservation Institute di Los Angeles e alla National Gallery of Art di Washington D.C. **[11]**.
Rivalutando questi primi sondaggi ci si accorse che il tipo di quesiti posti da molte delle interviste non risultavano utili per decidere del futuro delle opere, e che quindi nel formulare i successivi questionari, sarebbero occorse domande maggiormente mirate alla conservazione **[12]**. Alcuni dei modelli più conosciuti che seguirono questa direzione erano però costituiti da innumerevoli pagine e così complessi da necessitare altrettante pagine di istruzioni per l'uso. Uno di questi era il *Decision-Making Model*, ovvero il modello decisionale di fattibilità, ideato nel 1997 per la registrazione e la conservazione dell'arte moderna contemporanea. Solo la spiegazione delle fasi di cui si compone occupava diciotto pagine. La sua particolarità era data dall'approccio aristotelico che, nella convinzione che non fosse possibile fare scelte razionali e moralmente corrette tramite un sistema di regole generali sempre applicabili, si proponeva di ideare casi concreti che presentassero principi universali **[13]**.

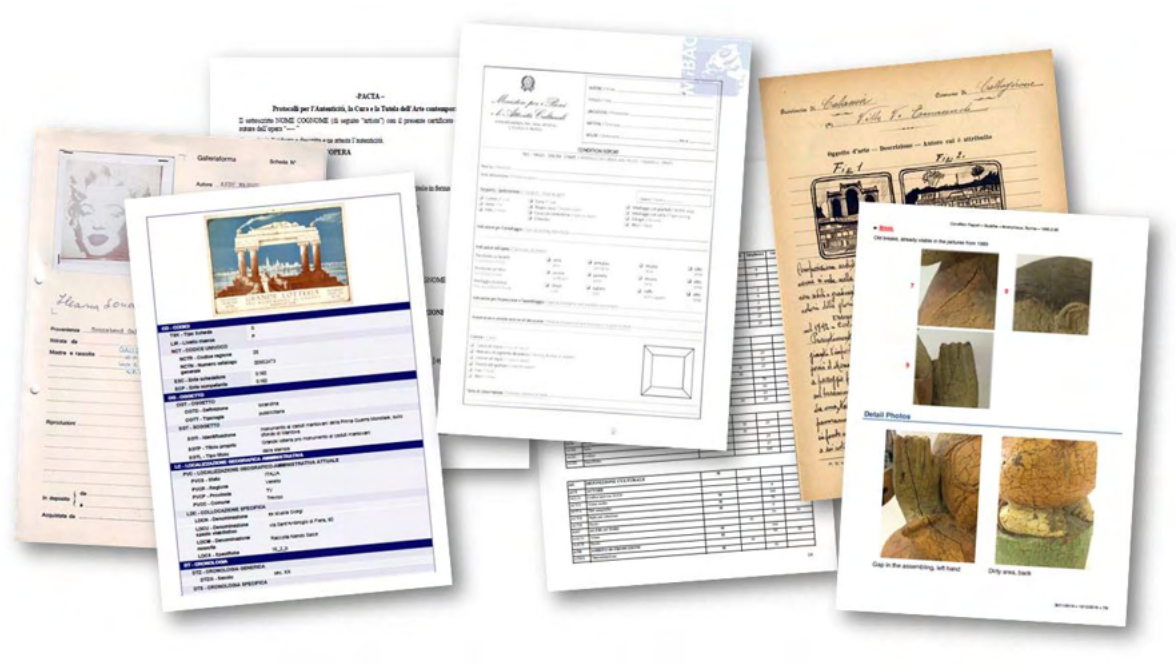


Figura 1. Esempio di schede di catalogazione, da sinistra: una scheda di catalogazione della Galleria Forma di Genova; una scheda di catalogazione del catalogo dei beni culturali; il protocollo PACTA; una scheda di riscontro del MIBAC; una scheda di catalogo di tipo OAC; una scheda di catalogo conservata all'archivio di stato; una pagina della scheda di riscontro realizzata tramite la app *Hours condition report.*

Più che un modello di raccolta dati si poneva come uno strumento operativo per prendere decisioni conservative, ed agiva caso per caso per elaborare soluzioni individuali e specifiche per una determinata opera presa in esame, con l'obiettivo di essere d'esempio in situazioni analoghe **[14]**.
Un altro esempio è il *Variable Media Questionnaire (VMQ)*, sviluppato nel 2000 dalla collaborazione tra Jon Ippolito e Alain Depocas, **è** considerato uno dei progetti più duraturi, che rappresenta invece un modello destinato a crescere in digitale **[15]**. L'intento del questionario era quello di delineare preventivamente la forma dell'opera che l'artista avrebbe voluto mantenere in futuro e, a seconda dei casi, privilegiare forme di reinterpretazione, migrazione o emulazione dell'opera stessa. Mentre l'opinione dell'artista costituiva il nucleo della prima stesura di questo modello, le versioni successive sono state riviste per raccogliere feedback da molte altre fonti, come esperti, curatori, tecnici dell'artista e membri del pubblico, in modo da lasciare un più ampia documentazione storica di testimonianze ad ispessirne il contesto **[16]**. In aggiunta a questo materiale il questionario si proponeva di suddividere le opere in categorie a seconda del loro comportamento in relazione allo spazio, allo spettatore e alla propria riproducibilità, la cui distinzione è facilmente attuabile dopo aver letto le istruzioni di una decina di pagine.
Successivamente, nel 2002 venne lanciato il *Variable Media Network (VMN)*, la seconda generazione del questionario diventato un progetto cooperativo accessibile online tramite pagina web. L'idea era quella di unire le informazioni estrapolate dalle domande del *Variable media questionnaire* al formato dell'archivio digitale **[17]**. Il network era principalmente rivolto alle istituzioni che necessitavano di catalogare le informazioni riguardanti opere di new media appartenenti alla loro collezione per renderle accessibili a scopo di ricerca. Il *Variable Media Network* funzionava grazie alle organizzazioni membri, cui era permesso di contribuire attivamente **[18]**. Oggi risulta uno dei tanti programmi che ha tentato di unire le informazioni della comunità del restauro senza riuscire ad imporsi nel lungo periodo.
La digitalizzazione dei modelli aveva permesso di immagazzinare maggiori informazioni quali fotografie, video e suono, per una documentazione a 360°, ma a causa del rapido sviluppo tecnologico, i formati dei file, i software e persino i dispositivi, erano soggetti a costante evoluzione, mettendo in pericolo di obsolescenza sia le opere digitali, che la documentazione stessa. Questo fenomeno continua ancora oggi ed è una delle ragioni principali per cui è tanto complessa l'idea di un unico database universale che, per essere mantenuto nel tempo, necessiterebbe di ingenti somme e assiduo lavoro.
L'obsolescenza di alcuni di questi database che parzialmente scompaiono dalla rete non aiuta a tenere traccia dei progressi e degli studi fatti in materia di preservazione dei nuovi media, e sbiadisce inesorabilmente l'importanza del loro ruolo pioneristico **[19]**. Anche in questo caso col tempo avviene un ricambio delle piattaforme considerate le più importanti o più attuali, in modo simile a come avviene per il ricambio tecnologico, perciò sarebbe legittimo domandarsi quanto i nuovi database di oggi si possano considerare durevoli per il futuro.
Il direttore del polo 900 di Torino, Alessandro Bollo, commentava riguardo allo scenario di archiviazione che stiamo lasciando ai posteri:

> "Dopo i primi tempi in cui si è stati travolti dal *nuovo è bello* in cui pareva che digitalizzare *tutto* fosse la soluzione – con il risultato di un rumore informativo esponenziale, costoso, inutile e sterile – si è entrati in una fase di riflessione più realistica e culturale: è indispensabile scegliere cosa conservare, perché conservare, come conservare" **[20]**.

Con l'avvento delle opere multimediali, realizzate anche con parti elettroniche e tecnologiche, il modello ha cambiato aspetto non accontentandosi più di documentazione fotografica e video di un oggetto statico, ma includendo gli aspetti più tecnici del suo funzionamento. Ne era un esempio il *Capturing Unstable Media Conceptual Model (CMCM)*, modello del 2003 pensato per la documentazione di opere realizzate con i media cosiddetti instabili in una prospettiva di descrizione del processo di funzionamento dell'opera. Esso richiedeva la spiegazione dell'interrelazione ed interdipendenza tra i vari elementi dell'opera, anche attraverso diagrammi schematici. Uno stesso diagramma rendeva visibile la relazione tra le componenti fisiche e il funzionamento dei processi elettrici coinvolti. Una parte del modello era dedicata alla descrizione dell'interazione tra opera e spettatore, sia a livello tecnico di metadata che di testimonianza del pubblico **[21]**. Ognuno di questi modelli purtroppo non è necessariamente da considerarsi un'evoluzione del precedente, in quanto poteva tralasciare alcuni importanti parametri considerati dalle versioni precedenti, come in questo caso l'opinione dell'artista riguardo possibili future reinvenzioni dell'opera.
Un modulo analogo al *Variable Media Questionnaire*, ma esplicitamente dedicato alla conservazione di Net-art è l'*ArtBase Artist Questionnaire*, un esempio di modello nato all'interno di un archivio di opere digitali come quello di Rihzome **[22]**. Il questionario doveva essere compilato dall'artista per registrare correttamente i dati tecnici dell'opera e tra le scelte possibili riguardo la sua conservazione vi erano la possibilità di documentarla soltanto, e cioè linkarla, oppure di conservarla nell'ArtBase e quindi operare una sua clonazione. Nel primo caso l'utente che ha accesso all'archivio di ArtBase troverà una documentazione relativa all'opera di Net Art, che però non sarà presente in modo fisico ma solamente ricollegata tramite link. Nel caso invece della clonazione, ci si riferisce alle opere effettivamente copiate ed immagazzinate nell'archivio, oltre che documentate e sempre visualizzabili. Questo "clone" dovrebbe fungere da backup nel caso in cui l'originale sia inaccessibile o obsoleto, eventualità piuttosto comune e facilmente riscontrabile se solo si tentasse di accedere ad alcune delle opere linkate di ArtBase.
Tutti questi modelli, frutto di progetti che necessitavano di tempo, di professionisti e di ingenti risorse, erano destinati ad essere presto sostituiti da altri più aggiornati per terminologia, per sistema di computerizzazione e per inclusione di nuove forme d'arte, tanto che si può parlare di obsolescenza dei modelli stessi. Quanto di queste forme obsolete è ancora utilizzato? Quante risorse continuiamo a disporre per la redazione di nuovi modelli?

In Italia, esistono leggi che regolano l'inventario di monumenti e oggetti d'arte già dall'antichità: un punto di riferimento storico della catalogazione risale all'editto del cardinale Pacca del 1820, che esigeva si prendesse nota delle opere d'interesse di chiese ed edifici importanti denunciandole alla commissione delle belle arti **[23]**. Nei primi del Novecento venne istituito un catalogo nazionale di beni non esportabili dal paese **[24]**e vennero redatte norme per regolare l'inventario di opere e monumenti con relative fotografie **[25]**. Fu nel 1967 la commissione Franceschini a sottolineare la necessità di redigere una scheda relativa ai beni mobili e un'altra per gli immobili, in modo da renderle più specifiche, e da quel momento si elaborò una diversificazione delle schede in base all'oggetto d'arte cui si rivolgevano **[26]**.
Le schede di catalogazione attuali proposte dall'Istituto centrale per il catalogo e la documentazione sono diverse per tipologia di opera, lunghe circa dieci-quindici pagine e si accompagnano di istruzioni per la compilazione. Caratteristica preponderante della scheda è il ricorso a codici e numerazioni specifiche, in quanto ad ognuna di esse è assegnato un numero d'identità di otto cifre, ed un numero di catalogo generale (NCTN) che la identifica e ricollega ad altri archivi. Inoltre, la compilazione della scheda richiede l'utilizzo di vocaboli definiti appositamente e forniti dalle istruzioni. Questo modello di scheda raccoglie dati riguardanti il tipo di oggetto d'arte, la sua localizzazione, la cronologia, i dati tecnici, la sua conservazione, i dati analitici, la condizione giuridica e le fonti di riferimento **[27]**. Essi sono descritti in maniera schematica, tale da essere comprensibile pienamente solo conoscendo il linguaggio di codici associato.
Per quanto questa scheda voglia imporsi come modello nazionale per la catalogazione dei beni culturali, nel redigere i propri modelli di documentazione, ogni istituzione, conservatore o artista potrà seguire delle varianti o ispirarsi a modelli che ritiene adatti. Un artista che organizza il proprio archivio personale potrà ispirarsi alle schede del catalogo italiano dei beni culturali, ai modelli in uso nelle maggiori istituzioni artistiche, o farsi assistere dall'Associazione Italiana Archivi d'Artista, rimanendo consapevole del continuo nascere di nuove versioni degli stessi.

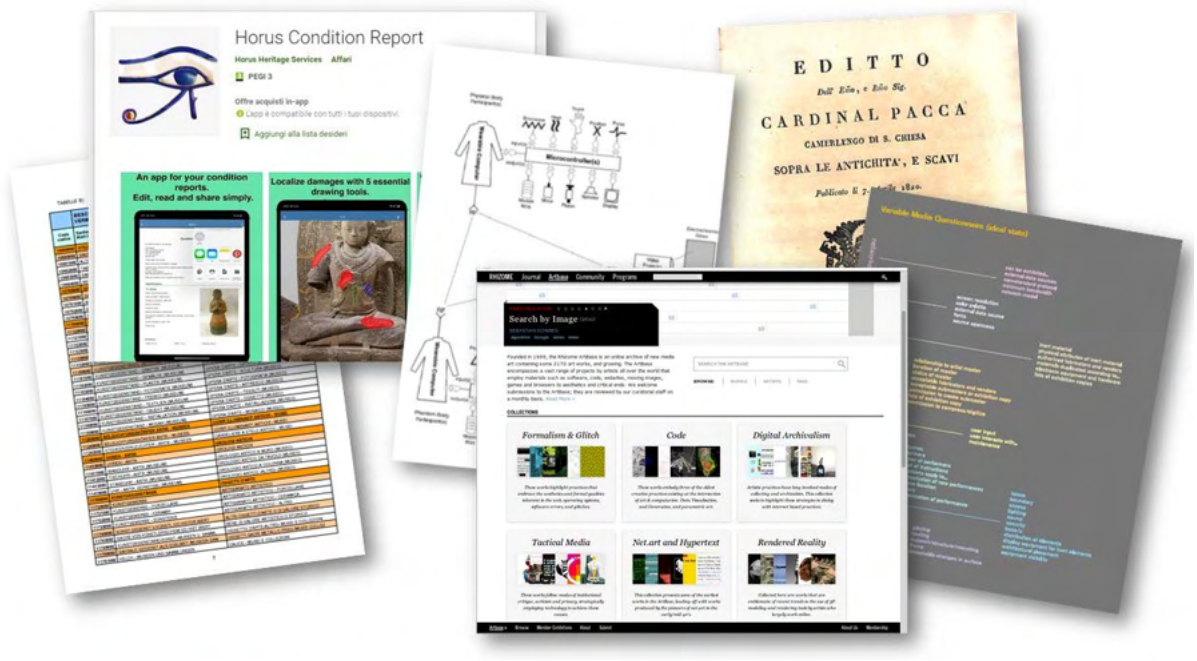


Figura 2. Da sinistra: una pagina delle direttive per l'inventariazione e la custodia delle opere d'arte che mostra una tabella con i codici di riferimento per tipo di opera; una schermata della app *Hours Condition Report* nello store; uno schema rappresentante le parti dell'opera *Whisper* di Thecla Schiphorst e Kristina Andersen documentata nel modello CMCM; una schermata dell'archivio di opere di Net Art ArtBase di Rhizome; l'editto del cardinale Pacca del 1820; lo schema di Jon Ippolito nel *Variable Media Questionnaire* riferito all'i*deal state* delle opere da catalogare.

Anche le scuole di restauro, responsabili di educare i nuovi restauratori alla raccolta e catalogazione dei dati, più che imporre una scheda specifica propongono ai propri studenti modelli cui ispirarsi, ogni volta diversi dai precedenti ma in qualche modo tutti simili tra loro. Questa tendenza che sembra preferire una scelta variabile e discontinua, comporta una sorta di continuità nel moto di sostituzione tra un modello e l'altro, ma non una diversità rilevante tra le informazioni raccolte poiché sostanzialmente le forme più recenti si somigliano.
In primo luogo, ciò da cui sono tutte accomunate è l'estrema riduzione delle pagine rispetto al passato e la compilazione mediante risposte sintetiche o parole chiave. I dossier come documenti d'identità dell'opera cui si accennava precedentemente, di cui la scheda di catalogazione è il documento principale, oggi sono costituiti da diversi modelli di che interessano sia l'area anagrafica dell'opera ma anche quella legale e giuridica, per essere allegati ad eventuali contratti di compravendita. Uno di questi è il PACTA, certificato emesso dal MIBACT nel 2017 per regolare i protocolli sull'autenticità, la cura e la tutela dell'arte contemporanea.
Un altro documento è rappresentato dalle schede di restauro redatte in concomitanza a interventi di restauratori. La scheda di restauro, che costituisce forse una delle relazioni più dettagliate tra i diversi modelli, rappresenta l'analisi di un'opera in quel determinato momento, e si costituisce di una grande varietà di fotografie riguardanti lo stato di conservazione o i risultati degli interventi attuati sull'opera. Da non confondere con la scheda conservativa, che invece costituisce la memoria storica di tutti gli interventi subiti dall'opera, in modo simile al libretto sanitario di un paziente **[28]**.
Una scheda ulteriore è rappresentata dal *condition report*, chiamato anche scheda di riscontro, documento relativo alle condizioni di conservazione delle opere spesso utilizzato in caso di spostamento o prestito delle stesse, caratterizzato da terminologia tecnica e semplice, brevi descrizioni, grafica essenziale e versatilità nell'uso **[29]**. Le principali differenze che possono interessare le diverse versioni di questo modello riguardano la terminologia con cui si segnalano lacune, deformazioni e danni dell'opera, o le indicazioni di imballaggio o allestimento. Proprio di queste modifiche si occupa un apposito team dell'ICOM responsabile del miglioramento del *condition report*, il cui progetto, attivo dal dicembre del 2018, stima di ridurre il modello di una pagina e concludersi nel 2020.
Per aiutarsi nella compilazione della scheda di riscontro, alcuni professionisti si affidano a programmi digitali a pagamento che permettono un'impaginazione standardizzata e una rapida traduzione linguistica dei contenuti. Con la recente fortuna delle applicazioni per smartphone e tablet, nel 2017 a Copenhagen venne sviluppata *Hours condition report*, app a pagamento per la redazione di schede di riscontro in formato pdf **[30]**. Il programma rende disponibili diverse funzionalità, tra cui l'uso un glossario di termini relativi ai danni con corrispettiva traduzione in cinque lingue, e una modalità di modifica delle fotografie dell'opera che permette di evidenziare i danni selezionandoli con il dito direttamente sull'immagine.

Il formato pdf, utilizzato da questa applicazione come dalla maggioranza dei professionisti, risulta oggi il documento ideale per catalogare le informazioni in sicurezza. Rispetto a database e programmi di archiviazione come il già citato *Model for registration system for contemporary art*, dove le informazioni erano inserite una ad una nell'apposito programma sostenuto con i fondi del progetto, il documento pdf è più duraturo in quanto il formato è aperto e gratuito per chiunque voglia creare programmi ad esso compatibili e il suo aggiornamento è garantito dalla società Adobe.
Ci domandiamo infine: cosa è rimasto dei vecchi modelli?
Il nostro *condition report* non è altro che il discendente del *Model for Condition Registration*, una scheda redatta nel 1997, inglobata poi del già citato Modello Decisionale di Fattibilità.
Allo stesso modo, il *Model for Data Registration* del medesimo anno, rispecchia l'attuale scheda di catalogazione, con una riduzione del numero di pagine ed un aggiornamento dei vocaboli specifici.
Infine, la proliferazione di schede e questionari, e la loro conseguente obsolescenza, ha ironicamente dato vita a studi sull'argomento e, chissà, magari anche archivi degli stessi modelli.
Nati per essere mere griglie modulari e raccoglitori di dati in riferimento ad opere d'arte, hanno finito per divenire singole testimonianze della storica evoluzione della catalogazione stessa.

NOTE

[1] Traduzione mia da: *«At present, several types of documentation can be distinguished: first, documentation produced for publicity and presentation; second, for purposes of reconstruction or preservation; third, for describing processual changes in the appearance of a work; fourth, for developing an aesthetical and/or a historical "framework" or reference; fifth, for educational purposes; sixth, for capturing audience experiences; and seventh, for capturing the creative or working process of the artist(s)»,* A. Dekker, 2013, Op. cit., p.151.
[2] L. Barreca, 2008, p.51.
[3] G. Heydenreich, C. Weyer, 1999, p.385.
[4] I. Hummelen, 2005, p.22.
[5] R. Ruschfield, J. H. Stoner, 2012, pp.41-42.
[6] G. Heydenreich, C. Weyer, 1999, p.385.
[7] E. Gantzert-Castrillo, 1999, p.285.
[8] Ivi, pp.284-289.
[9] Ivi, p.285.
[10] Ivi, p.287.
[11] R. Ruschfield, J. H. Stoner, 2012, p.42.
[12] G. Heydenreich, C. Weyer 1999, p.338.
[13] R. Van de Vall, 2005, p.198.
[14] V. Petrelli, 2016, p.78.
[15] Variablemediaquestionnaire.net
[16] J. Ippolito, 2016, Cft., p.546.
[17] A. Depocas, 2003, fondation-langlois.org
[18] A. Depocas, 2003, p.66.
[19] O. Grau, 2012, p.167.
[20] S. Nastro, Artribune.com, 14 febbraio 2018.
[21] R. Rinehart, 2007, p.185
[22] S. Fauconnier, R. Fromme, 2003, p.3.
[23] G. Sciullo, 2017, p.143.
[24] La legislazione organica dello stato unitario, nel 1902 istituì un catalogo nazionale di beni inalienabili. G. Sciullo, 2017, p.144.
[25] Nel 1907 venne emanata una norma per la redazione dell'inventario dei monumenti degli oggetti d'arte. M. Amaturo, P. Castellani, C. Terribile, 2006, p.13.
[26] Nel 1975 veniva istituito l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, responsabile di aver reso le schede di catalogo più specifiche in base al tipo di oggetto d'arte preso in esame. Ibidem.
[27] Ibidem.
[28] L. Mensi, 2018, pp.32-35.
[29] Ibidem.
[30] Horus-conditionreport.com

BIBLIOGRAFIA

1. Amaturo Matilde, Castellani Paolo, Terribile Claudia, "*La catalogazione dei beni culturali*", in "*Catalogare le opere d'arte*", Istituto centrale per il catalogo e la documentazione, Roma, 2006, pagina 13.
2. Barreca Laura, "*Il dibattito internazionale intorno alla conservazione e alla documentazione della New Media Art. 1995-2007"*, Università degli studi della Tuscia, Viterbo, 2008, pagina 51.
3. Dekker Annet, "*Enjoying the Gap: A Comparison of Contemporary Documentation Strategies*," in: "*Preserving and Exhibiting Media Art: Challenges and Perspectives, Framing Film 4"*, University of Chicago, Chicago 2013, pagina 151.
4. Depocas Alain, "*Goals of the Variable Media Network*", in "*Permanence Through Change. The Variable media Approach"*, Solomon R. Guggenheim Museum, New York, 2003, pagina 66.
5. Depocas Alain, "*The Guggenheim Museum and the Daniel Langlois Foundation, The Variable Media Network"*, Fondation Langlois, 2003 [http://www.fondation-langlois.org/html/e/page.php?NumPage=98, ultima consultazione 22/07/2019].
6. Fauconnier Sandra, Frommé Rens, "*Capturing Unstable Media – Summary of research*", V2_, Rotterdam, 2003, pagina 3.
7. Gantzert-Castrillo Eric, "*The Frankfurt Museum für Moderne Kunst and a Private Archiv: Registration Systems for Contemporary Art"*, in "*Modern Art: Who Cares?"*, Londra, 1999, pagine 285-287.
8. Grau Oliver, "*Media Art needs Histories and Archives: New Perspectives for the (Digital} Humanities*", in "*Arte e Tecnologia*", Modus operandi universal, Brasilia 2012, pagina 167.
9. Heydenreich Gunnar, Weyer Cornelia, "*From a questionnaires to a checklist for dialogues*", in "*Modern Art: Who Cares?"*, Archetype Publications, Londra, 1999, pagina 385.
10. Hummelen IJsbrand, "*Conservation Startegies for modern and contemporary art. Recent Developments in the Netherlands*", in "*Cr - Interdisciplinair tijdschrift voor Conservering en Restauratie"*, n.3, 2005, pagina 22.
11. Ippolito Jon, "*Trusting amateurs with our future*", in "*A Companion to Digital Art"*, Wiley & Blackwell, Chichester, 2016, pagina 546.
12. Mensi Luisa, "*La scheda di riscontro o Condition Report*", in "*IN & OUT, Guida pratica al prestito di opere d'arte"*, AXA Art, Roma, 2018, pagine 32-35.
13. Nastro Santa, "*Conservare, archiviare, digitalizzare. Cosa resta del contemporaneo? (II)*", Artribune.com, Roma, 14 Febbraio 2018.
14. Petrelli Valentina, "*La conservazione dell'arte contemporanea: problematiche e nuovi apporti teorici e metodologici*", Università Cafoscari di Venezia, Venezia, 2016, pagina 78.
15. Rinehart Richard, "*The Media Art Notation System: Documenting and Preserving Digital/Media Art*", in "*Leonardo*", Vol. 40, No. 2, 2007, pagina 185.
16. Ruschfield Rebecca, Stoner Joyce Hill, "*Conservation of Easel paintings*", Londra, 2012, pagina 42.
17. Sciullo Girolamo, "*La tutela: lo sviluppo storico nazionale*", in "*Diritto del patrimonio culturale*", Il Mulino, Bologn,a 2017, pagina 144.
18. Van de Vall Renée, "*Painful Decisions: Philosophical considerations on a Decision-Making Model*", in "*Modern art: Who Cares?"*, Londra, 2005, pagina 198.
19. VariableMediaQuestionnaire.net, [http://variablemediaquestionnaire.net/, ultima consutazione 22/07/20].

DIAGNOSTICA, RICERCHE E STUDI APPLICATI

PROPOSTA E REALIZZAZIONE DI UN NUOVO SISTEMA DI FODERATURA MODULABILE, ADATTO PER DIPINTI SIA ANTICHI CHE MODERNI E CONTEMPORANEI: RICERCA, STUDIO, CAMPIONATURE, TEST

Maria Beatrice Girotto

Restauratrice, titolare dello studio di restauro Akribeia di Dr.ssa M. Beatrice Girotto, Via Croce Rossa 62, 35129, Padova, 360-46.54.18, infoakribeia@gmail.com, www.akribeia.it

Abstract

Si presenta in sede di convegno lo studio sperimentale relativo alla realizzazione, con un materiale nuovo per il restauro, di un sistema di foderatura che s' ispira e condivide il sistema di Vishwa Raj Mehra detto nap bond (foderatura a schermo) e che si propone come utile alternativa ai metodi conosciuti che sfruttano sia adesivi naturali, sia adattamenti, specie in ambito italiano, di adesivi sintetici e/o metodi applicativi particolari volti al fine di raggiungere una maggiore reversibilità dell'intervento, dato che comunque riduce fattivamente l'invasività del materiale aggiunto sull'originale e ne facilita l'asportazione.
Si presentano sia test e campionature sul nuovo materiale, che l'utilizzo di questo materiale nel restauro di un dipinto ad olio su tela.
Il dipinto oggetto di questa sperimentazione, mi ha portato tuttavia a scontrarmi con altre problematiche relative al suo stato conservativo particolarmente compromesso, inducendomi a variare in corso d'opera l'intervento e la scelta del metodo di foderatura.
Avevo scelto all'inizio infatti un intervento di foderatura di maggior sostegno, ma le inusitate difficoltà generate dalla gestione della tela dipinta, pur suscitando il mio scoramento, mi hanno spinto alla fine a risolvere le problematiche strutturali consentendomi quindi un intervento di foderatura di minor sostegno e maggior flessibilità e reversibilità.
Questo metodo di foderatura a freddo e con scarsissimo apporto di umidità, totalmente reversibile, con pazienza, nelle sue varanti applicative, consente un utilizzo ottimale sulla maggior parte dei dipinti su tela, sia antichi, che moderni e contemporanei.

Introduzione

Premesso che il significato di minimo intervento non può essere meglio spiegato ed articolato del testo di Erasmus Weddingen [**1]** che riconosce "che un'opera d'arte non necessità di alcun intervento se non quello che desidera da sé" ma quello che a mio avviso deve essere colto e sottolineato è l'umanizzazione che E. W. implicitamente fa dell'opera d'arte che si traduce in un porsi colloquiale e di rispetto davanti alla materia e/o alla natura, anche se di materia speciale si tratta, e bisogna dire che comunque sancisce un punto di svolta formale che coincide con il nuovo millennio.
Infatti per la maggior parte del Novecento la foderatura dei dipinti è stata più frequente dello stretto necessario per molti restauratori, non per abitudine e, credo, non per interesse, ma soprattutto perché una nuova fodera costituiva comunque un maggior sostegno e quindi, in prospettiva, allungava la vita del dipinto.
Una volta proclamato questo imperativo del minimo intervento la conseguenza è stata sì di ridurre drasticamente gli interventi di foderatura, ma soprattutto di mantenere, ove possibile, la tela originale nonostante la sua vetustà e le sue problematiche strutturali (strappi) puntando sulla reversibilità dell'intervento di foderatura.
La reversibilità dell'intervento di foderatura vuol dire non tanto una reversibilità chimica dell'adesivo, ma una facilità di asportazione dell'adesivo stesso e, potendo, a mio avviso, la presenza di adesivo solo sulla tela di foderatura.
Il punto è che per un dipinto antico in prima tela (e se ne trovano ancora fortunatamente), specie se di grande formato, non è sufficiente un intervento di deacidificazione **[2]** della tela, né un super telaio**[3]**, serve un sostegno fisico.

il supporto: le fibre cellulosiche delle tele utilizzate in pittura sono più resistenti quanta più cellulosa e lignina contengono, ma in ambienti umidi, bui e polverosi possono facilmente venire attaccate da funghi: è proprio la sinergia di questi fattori ambientali negativi particolarmente devastante, in quanto apre la via ad attacchi microbiologici (muffe e spore) e o biologici (insetti e larve), inoltre la presenza di colle e amidi, (la colla pasta di diverse tradizioni culturali è stata al centro di diversi studi **[4]** anche nel passato prossimo) è ovviamente un fattore incentivante che parrebbe suggerire ed indirizzare all'utilizzo di materiali sintetici, tuttavia va sottolineato che esiste anche un biodeterioramento dei consolidanti, degli adesivi sintetici e degli stessi materiali pittorici se

contemporanei **[5]**: possono infatti formarsi interazioni di tipo chimico tra di essi e quindi nuovi legami o composti chimici.
Dato che questa situazione il restauratore l'ha potuta constatare spesso (non è infrequente vedere dipinti degli anni '60 del Novecento sotto vetro con muffe), altrettanto spesso si è preoccupato di proteggere il retro di dipinti soprattutto se non esposti in ambienti museali.
Il particolato con le sue molteplici composizioni si lega molto bene alle fibre tessili naturalmente igroscopiche e in particolari condizioni di elevata umidità si crea una cementazione tra polveri e tessuto che a lungo termine deteriora le fibre, perciò una protezione passiva del retro è importante.
Il dibattito circa i metodi, i materiali e le problematiche conservative legate alla foderatura nasce intorno agli anni '70-80 e W. R. Mhera ne è un insigne corifeo ed il suo metodo della foderatura a freddo ha fatto proseliti nel mondo per alcuni decenni, egli stesso è stato molto presente in Italia tra il 1990 e gli anni 2000 proponendo corsi che illustravano il suo metodo. Egli evidenzia **[6]** che "*l'adesivo dovrà avere idonea resistenza alle fluttuazioni termo igrometriche, non dovrà perdere la sua flessibilità col tempo e non dovrà essere soggetto ad attacchi microbiologici*" per quanto riguarda il supporto egli rilevando la deperibilità dei manufatti tessili in fibre naturali preferisce a quest'ultime quelle sintetiche: il propilene. il poliestere e la poliammide in quanto tutte chimicamente inerti ed "*hanno la caratteristica specifica di un basso assorbimento di umidità*", detto ciò la sua scelta dell'adesivo ormai è ben nota e l'utilizzo della tavola a bassa pressione in Italia è abbastanza diffuso anche nei laboratori privati. Ma vi sono altre innovazioni a mio avviso importanti: dopo ver dichiarato che l'adesivo non *dovrebbe* inglobare la tela (osservazione che riguarda soprattutto la foderatura a cera e a cera e resina o qualsiasi adesivo che contenga cera) fa un altro passo in avanti e anticipa quello che solo recentemente si sta diffondendo, ormai da diversi anni, anche in Italia e cioè scinde il consolidamento della pellicola pittorica e della preparazione dalla foderatura**[7]** e poi introduce quello che fa la differenza, a mio avviso, e cioè l'uso dello schermo che doveva consentire una stesura dell'adesivo a gocce che avrebbe potuto interessare, a seconda del tipo di schermo utilizzato, dal 60% al 90% della tela **da rifodero, non di quella originale..** Ottenendo così anche un considerevole alleggerimento della struttura. Quindi egli cita e condivide ciò che A. Lucas**[8]** preconizzava: "*un adesivo applicato a freddo inattaccabile da microorganismi .. elastico che faccia aderire la tela nuova all'antica, ma meglio sarebbe dire all'originale, senza che l'adesivo penetri in alcuna delle due*." Dal punto di vista operativo tuttavia Mhera si è scontrato con le difficoltà di reperire uno schermo maneggevole ed idoneo, rinunciando in parte ad un punto importante, utilizzando come schermo delle tele di nylon a rete fine le cui maglie "in queste tele sono così vicine fra loro che l'adesivo vi passerà attraverso **non formerà gocce** ma un sottile film di una tale estrema omogeneità come non potrebbe esser ottenuta con nessun'altra tecnica di applicazione dell'adesivo da noi tentata".

l'adesivo
L'intuizione e quindi l' idea e poi la scelta di questo nuovo adesivo per un nuovo metodo di foderatura mi sono venute accidentalmente notando come una fasciatura ospedaliera avesse utilizzato una rete gommosa aderente e se stessa. Ho quindi cercato la casa produttrice e le indicazioni sul materiale, peraltro di largo uso medicale.
la gomma naturale o gomma elastica
La gomma naturale (NR natural rubber) è un cis-poli-isoprene esistente in natura. Il lattice di gomma naturale è l'essudato di varie piante, molte piante essudano lattice gommoso utile alla produzione della gomma: che appartengono a quattro famiglie: euforbiacee, asclepiadee, apocynee, moracee ma la pianta che maggiormente produce lattice è l'Hevea Brasiliensis del Parà da cui poi si ricava la gomma elastica o gomma naturale. La produzione odierna di lattice e di gomma naturale ha come centro NON Più L'America Latina ma la Malesia e l'Indonesia e la Cina **[9].**
proprietà generali: Eccellenti proprietà fisiche: eccezionale allungamento a rottura; eccezionale adesione delaminabile: ha un'ottima adesività del crudo che non riesce ad essere superata da alcun elastomero; ha elevati carichi di rottura, superati solo dagli elastomeri uretanici; ha un basso riscaldamento per isteresi; ha una elevata resistenza a flessione eguagliata a volte da policloroprene, dalla gomma nitrile o buna e dalla gomma butilica IIR; ha una bassa impermeabilità ai gas; ha una resistenza elettrica elevata; ha una resistenza scarsa agli agenti atmosferici; ha una buona resistenza all'abrasione e alla lacerazione; ha una resistenza quasi nulla ad oli e idrocarburi, un'ottima resistenza all'abrasione e agli acidi, ma non resiste agli olii; cattivo comportamento a contatto di Ozono - Forti Acidi -Grassi - Olii –Idrocarburi.; una discreta resistenza all'acqua di mare, agli acidi e agli alcali a media concentrazione.
Un adesivo con gomma naturale si può rimuovere facilmente e non lascia tracce e questo adesivo è caratterizzato da un tack **[10]** (viscosità) elevato, ed incolla con una pressione minima e tempo di contatto ridotto.
Caratteristiche simili le hanno la maggior parte dei nastri adesivi per mascheratura: offrono un'adeguata adesione delaminabile durante l'applicazione e, dopo l'uso, si possono rimuovere facilmente in modo pulito dal substrato, similmente accade con l'utilizzo del lattice di gomma naturale.
L'adesione delaminabile è una delle tre forze, oltre all'adesione (incollaggio adesivo su una superficie) e alla coesione (fissaggio interno dell'adesione) che contribuiscono a determinare l'efficienza di un adesivo.

Le gomme sintetiche, invece, vengono prodotte a partire da semplici idrocarburi.

la storia

Sotto il nome generico di gomma si classificano un'eterogeneità di sostanze: elastomeri naturali e sintetici, elastici e deformabili di grandissimo impiego commerciale.

Mi sono interessata delle gomme naturali (gommoresine) derivate da essudati di piante ed erbe per incisione del fusto o dei rami. Le gommoresine sono solide con proprietà adesive, ma non solo.

La loro scoperta e il loro utilizzo fin dall'antico era finalizzata quasi esclusivamente alla realizzazione di prodotti medicamentosi ad esempio la mastice a noi nota come mastice di Kio, la miglior vernice che esista al mondo.., si masticava per una migliore igiene orale ed era utilizzata in farmacopea come componente per impiastri e disturbi, e solo in parte utilizzate per il loro potere adesivo, ma da subito il termine "gomma" o gumma o gummi diventa sinonimo di colla o adesivo.

Alcune gomme sono citate in molti ricettari antichi come il Cennino Cennini, ma anche in manoscritti ancora più antichi, non sempre**[11]** con la specifica della pianta da cui provenivano, anche se nella maggior parte dei casi chi scrive si premura sempre di specificare.

L'origine dell'utilizzo della gomma naturale si è rilevato nelle culture indigene del Mesoamerica presso gli Olmechi, poi presso i Maya e gli Aztechi, ed è ben documentata a partire dalla scoperta delle Americhe da Pietro Martire d'Anghiera, storico piemontese **[12],** e da Charles Marie de la Condamine, geodeta, scienziato e matematico francese che in un lunghissimo viaggio per incarico dell'Accademia delle Scienze francese in Equador ed Amazzonia **[13]** si servì del lattice per impermeabilizzare le tele con cui copriva qualcuno dei suoi strumenti astronomici. Lo studioso francese informava molto puntualmente l'Accademia delle Scienze di Francia ed afferma che la resina(caucciù) della provincia di Quito, vicino al mare, è altresì diffusa di quella lungo il rio delle Amazzoni e viene utilizzata per gli stessi scopi **[14].**

La ricerca sulla gomma naturale venne quindi perfezionata da François Fresneau **[15].**

Ma quello che fece poi la differenza, ai fini della produzione industriale di tutto il Novecento, fu la scoperta del processo di vulcanizzazione dovuta a C. Goodyear **[16]** che è il processo che porta la gomma naturale a perdere le proprie caratteristiche essenzialmente plastiche per acquistare quelle di un materiale essenzialmente elastico e poco rigonfiabile a contatto di solventi organici. Il termine è stato usato originariamente per indicare il processo di riscaldamento della gomma con zolfo, se la percentuale di zolfo oltrepassa il 25-30% si ottiene un altro materiale l'ebanite con cui il primo Novecento realizzò sia prodotti per il consume che pezzi artistici di altissima qualità.

La depolimerizzazione, e quindi l'invecchiamento, della gomma è direttamente proporzionale alla durata e alla temperatura di questo processo**[17].**

Nel restauro storico capita di trovare nominata la gomma nel manuale di Ulisse Forni **[18]** "Della soluzione di gomma elastica, e di guttaperca, *prendete 28 gr. di gomma elastica, della più chiara che trovate; fatela bollire nell'acqua pura..onde si dilati e ammorbidisca*..con 84 gr di benzolina..lasciatela al sole e da ultimo aprite *il matraccio da vernice e lasciate evaporare la benzolina..versate sopra a riprese 168 gr di essenza di trementina rettificata e bollente*..finché si scioglie tutta la gomma e *poi decantatela..*"

Al dunque Ulisse Forni ci dice: " *Mettendo un poca di questa soluzione nelle vernici da quadri, oleose o essenziali, le rende più elastiche, meno friabili, e le preserva dalla muffa*" e precisa" *Taluni fondono la gomma a secco, e poi ci uniscono un olio volatile qualuque. Ma in questa guisa si ha la soluzione troppo colorita, costantemente attaccaticcia e pochissimo siccativa*"!!

Anche Giovanni Secco Suardo parla di una vernice di gomma elastica **[19]** VERNICE DI GOMMA ELASTICA " *Poni ..in una fiala acqua ragia part 6 e gomma elastica tagliata assai minutamente parti una e poni la fiala su una stufa od al sole.. Poco tempo dopo vedrai che quei pezzettini si gonfiarono moltissimo, ed in seguito.. sino a..otto o dieci volte quanto lo erano al principio.. ti sembrerà che la vernice debba riuscire soverchiamente densa* (perché ci aggiunge la *resina Thamar,* cioè la dammar*) non ci badare.. ma continua a mantenerla al caldo e a mescolarla, che in pochi giorni disciogliendosi perfettamente la gomma, anche la vernice diverrà liquida e scorrevole"*.

Gino Piva, nel sul libro "L'arte del restauro" cita per esteso il modo di preparare la *vernice di gomma elastica* **[20]** che non si discosta molto da quella di U. Forni se non per il fatto che mette a bagno la gomma elastica, sottolineando *naturale* per distinguerla da quella vulcanizzata, nell'acqua ragia, e utilizza il prodotto disciolto e filtrato, tal quale, come vernice. Egli nomina poi nel suo RICETTARIO una *Vernice mista*, cioè una fusione della gomma Thamar con la gomma elastica in parti uguali **[21]** e specifica inoltre che quando la vernice Thamar viene mescolata con la gomma elastica perde alcuni difetti che sono la torbidezza, la tenerezza e la friabilità e la facilità ad ossidare e diventa "un'ottima vernice da taluni preferita a quella del mastice" **[22].**

lattice di gomma naturale

Il lattice di gomma ha un aspetto da liquido bianco, da asciutto dorato a leggermente bruno, ed ha viscosità diverse a seconda dei diversi produttori e delle diverse componenti; è un' emulsione di gomma e siero che si compone di gomma al 42-44%, al 31,70% di resine, sostanze albuminoidi 1,9%, al 2,9% di zuccheri, nessun minerale, acqua al 56,37%.

Il lattice di gomma si conserva liquido con l'aggiunta di sostanze alcaline (ammoniaca pura allo stato gassoso al lo 0,5% in peso) e viene coagulato da sostanze acide, come l'acido acetico. L'ammoniaca serve a rallentare l'ispessimento del lattice.

Un'altra importante caratteristica della gomma è che aderisce a se stessa da asciutta, questo difetto è stato presto corretto dall'industria ed era già stato notato dal Condamine che istantaneamente aveva scritto che era sufficiente una qualsiasi polvere per ovviare al problema.

Lo strato di lattice una volta asciutto è superficialmente attaccaticcio e ancor di più se lo si accosta ad un altro film steso su un altro supporto. Questa proprietà è a mio avviso per il restauro un fattore da sfruttare opportunamente: un leggero strato di lattice sulla tela da rifodero e sulla tela originale, da asciutti, aderiscono l'un l'altro creando un'adesione ed un sostegno fisico e meccanico efficace e facilmente scindibile e i cui residui sono facilmente asportabili tramite **un'azione di peeling senza solventi**.

Le variabili qualitative del lattice, in fase di produzione industriale, sono difficilmente gestibili sia perché dipendono dal tipo di pianta, dall'età e dalle variazioni degli ingredienti usati nelle varie piantagioni.

Il lattice è fungicida e antibatterico. I contatto con il rame e cromo e le loro leghe producono una particolare alterazione della gomma detta peciosità per cui diventa molle a attaccaticcia e cessa di essere elastica **[23].** La presenza di albuminoidi è un grande fattore di qualità e sono un accelerante naturale che fa variare molto la **T**emperatura e il **t**empo necessario per avere una vulcanizzazione perfetta. E' stata la scoperta di questa peculiarità a permettere di avere una qualità di gomma meno scura e più pulita riducendo la percentuale di zolfo**[24]**.

Le condizioni migliori di conservazione degli articoli in gomma sono:l'oscurità, l'assenza di aria e la temperatura moderata, questo vale a maggior ragione per il lattice.

Ho potuto valutare tre prodotti di lattice naturale usati nell'ambito del restauro soprattutto per la realizzazione di calchi e anche nel body painting **[25]**: ho potuto osservare che il confezionamento è una parte molto importante, cosa che questi fornitori tendono nella maggior parte a trascurare bellamente, per non parlare poi dello stivaggio di questo materiale in quantità significative in magazzini inidonei cioè in cui la temperatura e UR non sono sufficientemente controllate, mentre questo materiale richiederebbe l'accortezza di conservarlo tra i 15 e i 20 °C mai inferiori a 5°C, inoltre, data la spiccata presenza di ammoniaca, è preferibile una bottiglia a collo stretto piuttosto che un secchiello.

Ho fatto analizzare due campioni di lattice uno più viscoso l'altro molto meno: analisi FT-IR con tecnica ATR, dopo essicazione in stufa dei campioni, tra i due spettri di assorbimento non si sono riscontrate differenze significative ed è stata confermata la composizione dell'adesivo a base di poliisoprene in acqua (lattice).

Ho eseguito i seguenti test di solubilità: acetone, alcol puro, alcol isopropilico, alcol butilico, alcol benzilico, EDTA, acido citrico, acido acetico, xilene, toluene, dimetilsolfossido, ligroina, acqua ossigenata a 36vol., idrato d'ammonio al 33%, trietanolammina, metiletilchetone, essenza di trementina, essenza di petrolio, essenza di spigo, cellosolve, acqua Ragia, etere di petrolio, percloro, diluente nitro, etilattato, etilacetato, amilacetato, dipentene, butilacetato, cicloesano, triammoniocitrato, tetracloruro di carbonio .

Tra questi prodotti solventi/diluenti hanno dato risultato totalmente negativo l'etere di petrolio, la ligroina, l'etil lactato, l'etil acetato, l'alcol butilico, il butilacetato, l'amilacetato, l'acqua ossigenata a 36 vol. ; hanno dato risultato pressoché impercettibile: alcol isopropilico, dimetilsolfossido, tetracloruro di carbonio; ammonio idrato al 30%; dissoluzione media: essenza di petrolio; dissoluzione veloce: acqua ragia, diluente nitro, essenza di trementina, essenza di trementina rettificata, xilene, toluene, dipentene.

Nel lunghissimo tempo con la gomma di lattice immersa in fialette il comportamento è stato molto diverso : dopo 1 anno: nell'essenza di trementina la gomma si trasforma in lacrima, nell'acetone scompare totalmente, nell'acqua ossigenata a 36 vol. scompare, nel cicloesano (come anche sui campioni dello schema precedente) si trasforma in lamine bianche sottilissime, nell'alcol benzilico si trasforma in una fogliolina bianca evanescente.

come variare l'adesione tra la tela originale e la tela da rifodero ed usare la tela da rifodero come schermo e come fodera

Ho preso in considerazione queste variabili: spessore dell'adesivo, modo applicativo, tessuto asciutto o bagnato, tipo di tessuto/spessore.

Ho sempre pensato(*sicuramente a partire dagli anni '90 del Novecento*) che è preferibile che l'adesivo sia steso solo sulla tela da rifodero e a seconda che questa sia o meno bagnata e, a seconda che il lattice sia dato più o meno spesso (saturando quindi più o meno la tela) e a seconda della trama della tela e del suo spessore (mi riferisco per ora alle tele classiche di lino: patta, pattina, tela inglese, tela 700, olona lino ecc.) posso ottenere potere adesivo diverso, sostegno fisico diverso, mantenendo la reversibilità totale.

La maggior parte delle volte, infatti, l'asportazione della gomma dal retro della tela si può fare semplicemente per peeling in quanto non penetra nel supporto e, paradossalmente, più spesso è lo strato di lattice, più facile sarà la sua rimozione, sempre che sia a trama compatta ovviamente. L'impregnazione della tela da rifodero non è auspicata, potrebbe essere tuttavia tollerata, ma è invece auspicata una pellicolazione dell'adesivo di grado tale da consentire adesione e sostegno.
Per ottenere questa pellicolazione è opportuno (a seconda del tipo di lattice che avrò scelto: in commercio vi sono già presenti lattici di gomma naturale con la dicitura "denso") stendere 2-4 mani di lattice, ed è opportuno stendere le mani successive alla prima, quando la precedente è asciutta per non rimuoverla.
Un handicap del materiale è la sua velocità a pellicolare: una manciata di secondi se il film è sottile.
L'adesione della fodera alla tela originale è ottimizzata da una discreta pressione.
Non è possibile stendere il lattice come si fa per la colla pasta (per i piccoli e medi formati) in una solla volta, ma bisogna procedere passo passo. Se stendo il lattice direttamente sulla tela da rifodero che andrà a contatto con l'originale, nel caso di tele di medio-grandi dimensioni, bisognerà diluire proporzionalmente il lattice in modo da dare il tempo al restauratore di far aderire le due tele.
Sulle due tele, una volta accoppiate, è necessario fare subito una discreta pressione: a tal fine si possono utilizzare dei rulli di gomma di lunghezza adeguata .
Quindi a mio avviso a meno di non aver già pratica, sarà opportuno fare qualche campionatura di prova.
Se voglio invece usare la tela da rifodero anche con funzione filtro, sarà opportuno utilizzare una tela patta a trama larga di lino grezzo di circa 175 gr/mq. pretrattarla con una stesura di Paraloid al 3-5 % in acetone o meglio con una resine termoplastica come il Plexisol o, meglio ancora con Klucel G in alcol al 6%.
Una volta asciutte si stenderà il lattice, della concentrazione più opportuna, fluido tal quale o addensato con cariche.
Ho provato miscele di lattice con gesso di Bologna, talco, carbonato di calcio e caolino: la mia scelta è stata il caolino per la sua naturale viscosità e plasticità.

Ho fatto eseguire alcuni test di delaminazione sull' adesione del rivestimento (UNI EN ISO 2411:2001) espressa in Newton /cm delle tele, preparate in diversi modi e fatte aderire col lattice sulla tela da rifodero, da un laboratorio di analisi dedicato al settore tessile:

1° TEST tela 2B ho preparato una striscia di tela di lino pittori a trama fitta, l'ho preparata a gesso e colla, una metà l'ho colorata con 4 colori ad olio con tecniche diverse, l'altra metà l'ho lasciata a gesso, come tessuto di foderatura ho usato il medesimo tipo di tela (entrambe precedentemente sottoposte a trattamento di sfibratura) ho steso, alternandole, due stesure di lattice (15 cc. di lattice e 5di acqua) sulla tela "originale" e due sulla tela da "foderatura" le tele sono state accoppiate subito dopo l'ultima stesura di lattice e messe sotto un peso fino ad asciugatura. Una volta sottoposti i campioni a trazione di tipo laminare il risultato è stato una forza di adesione di 38 Newton (più che buona) e il risultato più interessante e stato che la colla sia nella parte dipinta che nella parte a solo gesso e colla resta al 90% sulla tela da rifodero, nessun danno al colore tranne una leggera crettatura, nessun danno alla preparazione.



2° TEST tela 1A metà di questa striscia di tela di lino compatta e sottile e stata lasciata con la sola preparazione, l'altra metà è stata dipinta con tre colori vinilici e 1 acrilico, preparata con gesso Lefranc & Bougeois, appretto universale. Ho steso due mani di lattice solo sulla tela "da rifodero" le tele sono state accoppiate subito dopo l'ultima stesura di colla e messe sotto un peso. Il risultato è stato che la colla è rimasta al 100% sulla tela da rifodero.
E' stata riscontrata una forza di adesione molto bassa di 3 Newton (valore min. 20 N), nessun danno al colore né alla preparazione.



3° TEST 1B pittura a olio su imprimitura a gesso e colla di coniglio su tela di lino compatta trama media, lavata e sfibrata e collata secondo il metodo fiorentino**: provino 1**colori al olio nero avorio e carminio, striscia di tela di fodera uguale a quella "originale" applicazione metodo a schermo 12 Newton (discreta) ; la delaminazione non produce danni al colore.
provino n. 2 strisce ceruleo e ocra, colla pasta ricetta fiorentina: 21 Newton (buona), la forza di delaminazione danneggia il colore.
provino 3parte della tela con sola imprimitura, lattice con caolino e acqua fatto filtrare dal retro della tela patta pretrattata con Klucel G in alcol al 6%: penetrazione disomogenea e tela "originale" pulita (8.3 N.) forza di adesione richiesta 16 N. nessun danno alla preparazione "originale".



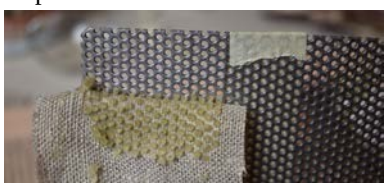
4° TEST 2C provino 1tela di cotone leggera a trama fitta, precedentemente sfibrata, trattata con gesso Lefranc & Bourgeois "appretto universale" diluito a pennello, **provino 1** striscia con colori arancio Lukas Studio con resina alkydica e tempera Talens blu di Prussia il lattice è stato applicato a schermo sulla tela originale in cotone è stata utilizzata una tela da rifodero 100% poliestere Trevira a trama compatta e sottile pretrattata con Klucel G in alcol al 6% (in modo da avere un maggior sostegno) risultato scarso 9.5 N. (richiesti 16 N.), ottima e regolarissima distribuzione del lattice attraverso lo schermo, nessun danno ai colori.



provino 2striscia con colori acrilici giallo Artisan W&N a rilievo, striscia celeste con colori acrilici e smalti a rilievo color argento e rosso: ho usato come tela da rifodero un feltro 100% poliestere su cui è stato steso il lattice a schermo il lattice non ha aderito omogeneamente alla tela "originale" perché non si è potuta usare una pressione omogena a causa dei rilievi del colore, ma si potrà ovviare a questo inconveniente.
Bisogna considerare che la valutazione tecnica in Newton e il giudizio espresso della forza di delaminazione non debbono ritenersi negativi o positivi di per sé in quanto sono esplicativi di diverse modalità di applicazione che danno valori diversi, e quindi di adesione implicitamente più o meno forte, a seconda delle finalità che il restauratore sta perseguendo e che sono legate allo stato conservativo dell'opera e alla sua matericità.

lo schermo

Inizialmente mi sono subito scontrata con un handicap del materiale: il lattice asciuga molto velocemente: un film sottile (1 strato a pennello) dopo 2 min. è maneggiabile ma resta appiccicoso al tatto, uno strato di circa 1 mm dopo 8 min., uno strato di 1,5 mm dopo 18 min. tutti con una riduzione del volume del 50% circa.
Inizialmente ho provato con delle lamine metalliche in ferro e in alluminio con diverso spessore e diversa disposizione dei buchi: la forza adesiva del lattice incolla anche lo schermo metallico e quindi facendo forza i pallini di gomma in corrispondenza dei fori una volta asciutti non si staccano parzialmente e d irregolarmente. Quindi ho deciso di aumentarne la densità e ho testato tre tipi di carica: il talco, carbonato di calcio, il gesso, il caolino **[26 e 27]** (recentemente preso in considerazione come fattore positivo d'incremento dei valori reologici, a fini industriali della gomma naturale) e ho scelto subito il caolino per la sua plasticità e finezza; la combinazione migliore come carica è con il caolino (di durezza inferiore sia al gesso che al talco), dato che la gomma è sensibile agli oli e agli acidi, ho provato a bagnare la superficie esterna dello schermo metallico con queste sostanze (olio, grasso, acido acetico): negativo perché per impedire al lattice di aderire alla faccia esterna dello schermo il materiale refrattario applicato deve essere asciutto, e comunque maggiore è lo spessore dello schermo maggiore sarà la forza del lattice ovviamente. Ho deciso quindi d'invertire i termini.



Ho provato anche ad usare come filtro una tela di lino a trama molto larga irrigidita con Paraloid/ Thylose/ Kucel , ma comunque la sua adesività è tale che forma una pellicola sia all'interno che all'esterno del filtro rendendo impossibile o molto difficile lo stacco e la creazione di punti uniformi sul tessuto, formando una pellicola tenace.



Recentemente ho risolto il problema utilizzando uno schermo in materiale plastico microforato.
Occorre applicare il lattice calcolando esattamente i tempi tra una stesura e l'altra (non più di due/ tre stesure) asportare lo schermo e stendere la tela da rifodero facendo pressione manuale a o meccanica procedendo per piccole porzioni alla volta.

fodera che utilizza il grip di tessuti diversi



feltro di poliestere e feltro di lana

A mio avviso è importante cominciare ad utilizzare sia per la fodera che come protezione dal particolato sul retro dei tessuti naturali come il feltro di lana o sintetici come i feltri di poliestere e di viscosa per il loro grip, non sono in realtà *tessuti* in quanto non hanno trama né ordito ma rientrano nel genere TNT tessuto non tessuto e la dicitura "*feltro*" richiama la morbidezza e la consistenza del feltro di lana.
Il feltro naturale ha molte caratteristiche tecniche in un solo materiale che non ha eguali nel sintetico in cui i feltri sono costruiti per determinate finalità: è **elastico e resistente** a pressione e compressione ed abrasione,

è un ottimo isolante termico: l'arricciatura della fibra di lana fa sì che la stoffa di feltro rimanga voluminosa e soffice e che trattenendo l'aria tra le fibre, risulti particolarmente termoisolante; è **igroscopico**: assorbe umidità e rilascia lentamente l'acqua incorporata: il feltro assorbe umidità fino ad un equivalente del 20-25% del proprio peso, senza dare la sensazione di essere bagnato, e fino al 50% senza gocciolare; è assorbente e permeabile e difficilmente infiammabile; resiste alle aggressioni da parte della maggior parte degli acidi e degli idrocarburi ed è **un ottimo filtro del particolato[28]** l'unico difetto è il costo.
Lo ritengo un materiale molto utile da proporre come chiusura del retro del telaio.
Ma ho pensato a questo materiale e a feltri sintetici, come il feltro di poliestere e un feltro di lana e viscosa, soprattutto per il loro naturale grip: infatti se accostati al retro di una qualsiasi tela dipinta vi aderiscono, questa proprietà può essere incrementata aumentando la loro "pelosità" con una spazzolina di ottone a questo punto si può sia stendere a pennello che spruzzare il lattice a bassa pressione su di essa ed ottenere una buona adesione e un discreto sostegno .
Ho fatto un ulteriore test utilizzando la **striscia già preparata 2 C con pittura di** spessore e ho attaccata una striscia di feltro tal quale pennellata superficialmente di lattice più diluito, messo sotto leggera pressione per alcuni minuti: il risultato (non sottoposto a test) è stato di grande tenacia.

il dipinto
Riporto questo lavoro perché su di esso ho testato il metodo da rifodero con il lattice di gomma naturale ed ho utilizzato il lattice il altri modi. Questo dipinto, mai foderato, realizzato su tela di puro lino, misura cm. 78 x 98 ed aveva subito seri danni accidentali: distruzione del telaio con numerose ed importanti lacerazioni lunghe fino a 40 cm., sbriciolamento e perdita della pellicola pittorica, diffuse contrazioni e deformazioni della tela era rimasto a lungo senza telaio e dato il comportamento anomalo del tessuto di fine grammatura estremamente reattivo all'umidità ho fatto analizzare un campione di fibra prelevato dal bordo ed ho richiesto un'analisi qualitativa della composizione fibrosa (ASTM D 276:2012 + AATCC TM 20:2005 tecnica analitica FT-IR microscopio ottico: lino sia in trama che in ordito) per sincerarmi della composizione del tessuto di fine tramatura probabilmente inglese.
Rimanendo il dipinto privo di telaio e di tensione per un discreto periodo di tempo, ed essendoci molte zone a nuda tela, la tela medesima in quelle zone si era ristretta di circa 2 cm.

prima del restauro





Un restauro precedente, abbastanza recente, aveva scelto di non foderare il dipinto e di applicarvi delle strisce di tensione a colla animale e di ritenderlo sul suo telaio.
Era impossibile movimentarlo e trasportarlo senza una velinatura preliminare eseguita con velina giapponese di gr.11 e colla di coniglio.
Una volta in studio e messo a faccia in giù la tela è stata stirata a secco per un primo appianamento: non riuscito (che comunque ha permesso una prima pulizia del retro a bisturi), come un pessimo esito hanno dato i numerosi tentativi di distensione: tensionamento con strisce di carta Kraft perimetrali incollate con colla vegetale e ritese in fase di umidificazione; umidificazione prima su un piano di lavoro, poi, dato il risultato negativo, su tavola a bassa pressione: pessimo risultato perché la pressione, seppur debole, tende a schiacciare le contratture e non le distende; distensione localizzata utilizzando un piccolo e sottile telaio su cui ho incollato con lattice di gomma strisce di gomma para naturale: scarso risultato e tanto lavoro, finché non ho capito..
Il dipinto, in prima tela, nel restauro precedente sembrava aver avuto "solo" un passaggio di colla forte per incollare le strisce perimetrali di tensionamento, la trama della tela "sembrava" intonsa: errore.
In realtà il dipinto è risultato impregnato di colla e solo un lunghissimo lavoro, via via su zone, localizzate alla fine ha potuto dare i risultati sperati.
Ho pazientemente fatto rigonfiare e poi asportato la colla che impregnava la tela, prima con impacchi di polpa di cellulosa, poi con una miscela di Carbopol Ultrez 21 molto denso con TEA ph. 6,5, rifinendo questa pulitura

con un tampone di cotone imbevuto di alcol isopropilico in una garza sintetica zona per zona, con tempistica e modalità ferreamente controllate .
Questo trattamento è stato fatto sull'intera superficie dalle 3 alle 6 volte, lasciando tuttavia la tela molto più chiara seppure ancora macchiata.
Restava da risolvere il problema delle contratture della tela.
Per esemplificare meglio su un foglio di carta giapponese di 15 cm x10 bagnato e applicato sulla pellicola pittorica, come si fa usualmente quando si velina, la tela si allungava di oltre 1,5 cm nel senso della maggior lunghezza, quindi più del 10-12%.



Per ridurre le contratture è stato necessario ritendere il dipinto su un telaio provvisorio estendibile, tensionandolo con strisce di gomma para, distanziate circa 3 cm. l'una dall'altra ed incollate alla tela con lattice di gomma puro e al telaio mediante strisce adesive di velcro.
Le contratture sono state trattate, sul davanti, con carbossimetilcellulosa 1/15 e sul retro con Klucel G in alcol al 7% per favorire distensione ed un leggero irrigidimento della tela.
Ho deciso di utilizzare la carbossimetilcellulosa anche come consolidante dei numerosissimi frammentini di colore ancora vaganti, questo perché non ritengo idonei i consolidanti normalmente in uso: troppo fluidi essi vengono dispersi in maggior quantità nella tela piuttosto che nel punto specifico.
Gli strappi sono stati risarciti, ove possibile, filo a filo con punti di lattice di gomma, o con rammendo, e con rinforzo sul retro di ponti di filo di lino imbevuti nel lattice diluito e fermati con il medesimo.
La tela in tensione è stata adagiata su un feltro umido e quindi tutta la superficie, contemporaneamente, è stata coperta con sabbia calda. Ho ottenuto un'ottima distensione ed un buon risultato.
Il dipinto è stato quindi foderato con schermo .






NOTE

[1] E. Weddingen: "Introduzione alle relazioni sul minimo intervento a Thiene. Cosa significa Minimal Intervention?" in "Minimo intervento conservativo nel restauro dei dipinti ", pag. 5 Atti Del Convegno a cura di Cesmar 7, 2004 Saonara, ed. Il Prato.
[2] deacidificazione: S. Hackney, The De-acidification of canvas paintings, in Cesmar7, C. Sburlino, C. Lodi (a cura di), Prima, Durante...Invece del Restauro, Atti del sesto congresso internazionale Colore e Conservazione, Parma, 16-17 Novembre 2012, Il Prato, Padova 2013, pp. 183-189.
[3] telaio strumentato: M. Mastrandrea, Dario Vangi "Sviluppo di un sistema di ausilio per il montaggio di tele telaio" in Minimo intervento conservativo nel restauro dei dipinti"pag. 73 atti del convegno di Thiene (VI) 29-30 ottobre 2004 Saonara (PD) ed. Il Prato **.**
[4] molto interessante lo studio su numerose variabili compositive e relativi test di peeling , nello studio di B. Lavorini, La foderatura a pasta secondo il metodo fiorentino: varianti di applicazioni della pasta fiorentina, in "Dipinti su tela problemi e prospettive per la conservazione" a cura di Marco Ciatti e Erminio Signorini, pag. 29-48, Giornata di studio, Ferrara, 1 apr. 2006, ed il Prato .
[5] F. Villa, C. Sorlini, F. Capitelli, "Biodeterioramento di consolidanti e adesivi naturali e sintetici", in "L'attenzione alle superfici pittoriche", pag.33-37 in Atti del Congresso CESMAR 7, 2008, ed. Il Prato.
[6] V. R. Me hra "Foderatura a freddo, i testi fondamentali per la metodologia e la pratica", Nardni ed. 1995 pag. 49-61(ICOM 1974)
[7] *ibidem*. pag. 51
[8] A. Lucas**,** *Lining and Relining Methods and Rules evolved at the National Gallery Conservation Departement* in "Conference on Comparative Lining Tecniques", National Maritime Museum, Greenwich, Eng., Aprile 1974.
[9] fu la Regina Vittoria che, preoccupata per la precarietà delle forniture brasiliane e per i profitti incerti incaricò il botanico Henry Wickham di portare in patria i semi delle piante di gomma che furono prima piantati

nei giardini della regina, quindi a Ceylon dove ebbe una crescita esponenziale.. e il Brasile passo da una quota di mercato del 95% ai fini dell'Ottocento al 2-3 % nel 1913. I maggiori produttori mondiali sonoTailandia, Indonesia e Malesia e, da poco, Vietnam, con una produzione complessiva di circa l'82% di quella mondiale. Attualmente la produzione mondiale si attesta a 12.000.000 di t International Rubber Study Group (IRSG) è un'organizzazione intergovernativa riconosciuta come ente internazionale che si occupa di ricerca e pubblicazione di dati e analisi riguardanti tutti gli aspetti del settore della gomma naturale e sintetica, con particolare enfasi sui dati relativi alla produzione e al consumo. Nel 2018 la produzione mondiale di gomma natural è stato di 13,869,000 tonnellate http://www.lgm.gov.my/nrstat/Statistics%20Website%202018%20(Jan-Dec).pdf

[10] https://www.tesa.com/it-it/wikitesa/cosa-rende-il-nastro-adesivo-piu-veloce-di-un-ghepardo-un-sguardo-da-vicino-sul-tack.html

[11] vedi ricetta n° 43 dalla Mappae Clavicula, in "Trattati medioevali di tecniche artistiche" , pag. 35 di Silvia Bianca Tosatti ed. Jaca Book Milano 2007 *Per fare un'iscrizione in oro nel primo modo* in cui si dice "una parte di gomma" ed anche *ibidem* in Glossario essenziale, pag. 150 si veda la voce "ARMONICUM, AMMONIACUM gommoresina (gomma ammoniaco) molto adesiva usata come mordente per dorature nella pittura libraria; da distinguere dal bolo armeno e dal sale armonicum" dove la voce appunto di *gomma ammoniaco* sarebbe da approfondire (riuscendoci)

[12] Pietro Martire d'Anghiera, storico piemontese, militare, diplomatico e membro del Consiglio delle Indie, scrive Mondo Nuovo (De orbe Nuovo) a cura di Temistocle Clotti, edizioni Alpes Milano 1930, libro I , Ia decade pag. 101. Nella sua opera Decades De Orbe Novo descrisse il primo contatto fra gli Europei e i nativi americani. Fu anche il primo europeo a descrivere la gomma naturale: *"Quella terra produce naturalmente grande quantità di gomma, di aloe, di cotone, e di altre siffatte cose*."Le Decadi costituiscono la quasi contemporanea trasposizione in forma narrativa delle *lettere*, dove si trova scritto il primo resoconto di esplorazioni in latino, databili tra il 1511 e il 1530 in America centrale e meridionale, e non solo si da anche notizia di molte altre esplorazioni navali e militari C. Colombo, Magellano, Pigafetta, Cortez, Caboto.. e sono una fonte storica per tutti gli eventi di quel periodo importantissima, vi sono poi altri scritti sono soprattutto di scrittori ispanici o dell'America Latina.

[13] Charles Marie de Condamine, matematico e geografo francese fu incaricato dall'Accademia delle Scienze di Francia nel 1735, con Louis Godin e Pierre Bouguer , attraverso un lunghissimo viaggio durato 9 anni, di effettuare una spedizione nell'attuale territorio dell'Ecuador con lo scopo di misurare la lunghezza di un meridiano in prossimità dell'Equatore e inviò all'Accademia (Histoire de l'Accademie, 1751) dei campioni di gomma, avvertendo che questa era ottenuta dal liquido bianco come latte che cola dalle incisioni fatte su una pianta dai nativi della provincia di Esmeralda chiamata hhévé: il liquido era fatto indurire lentamente all'aria. La stessa pianta cresceva lungo le rive del Rio delle Amazzoni, e il prodotto ottenibile per indurimento del suo lattice era chiamato cahuchu (legno che piange), da cui la parola francese.: "*quando è fresca (liquida) gli si da qualsiasi forma con degli stampi, è impenetrabile alla pioggia, ma quello che è da evidenziare è soprattutto la sua grande elasticità ..Ne fanno delle bottiglie che non si rompono e …delle siringhe.. come i portoghesi del Para*" da cui il nome indigeno di *seringa* dato anche alla gomma). La Relation è stata ristampata dall'editore Maspero nel 1981, raccogliendo varie osservazioni si fermò alcuni anni a Caienna e qui trasmise il suo amore per la raccolta di notizie e di campioni di lattice e di gomma a F. Fresneau. Fresnau prosegui le ricerche di Condamine sul lattice di gomma ed esiste un carteggio tra i due che dimostra come fossero già interessati alle problematiche della conservazione della gomma e della sua solubilità: ". Entrambi rilevarono la sensibilità al calore e che, come le resine, la gomma è insolubile in acqua ma insolubile, diversamente dalle gommoresine, in alcool. Condamine notò pure che dopo sciolta la gomma in olio di oliva o di noce, non si riesce a farle riprendere le iniziali solidità ed elasticità. Stuzzicati da queste scoperte altri scienziati e botanici soprattutto s'interessarono della gomma. Intanto il problema della soluzione della gomma in appropriati solventi, per poterla utilizzare industrialmente con le caratteristiche originarie fu risolto sia da Hérissant che da P. J. Macquer (1763). Questi autori indicavano come solventi l'olio di Dippel (dal suo inventore un olio azotato denso derivato dall'essicazione delle ossa animali, l'olio chiaro di terebentina (trementina) ben rettificato sulla calce (i vapori di quest'olio fanno già da solvente), i vapori di canfora, l'etere ben rettificato

[14] in "Chales Mare De la Condamine, Relation abrégée d'un voyage fait dans l'interieure de l'Amérique méridionale, depuis la côte de la mer du Sud jusq'auxcôtes du Brésil et de la Guyane, en descendant la rivière des Amazones, avec une carte du Maragnon, ou de la Riviere des Amazones, levéé par le meme", vedi : Gommes Résines, Baumes pag. 75. Nouvelle edition Maestricht ed. J-E Dufour P. Ro.., Veuve Pissot, 1745.

[15] vedi Bon De la Morinerie "Les Origines du Caoutchouc. François Fresneau, Ingenieur du Roi, 1703-1770 , 1893"– 1 settembre 2019, ed Hachette.

[16] che registrò il brevetto in America nel 1844

[17] Cesare Piantanida," La gomma elastica, chimica e tecnologia", pag. 77, 1952, Firenze ed. CYA

[18] Ulisse Forni, "Manuale del pittore restauratore", a cura di Giorgio Bonsanti e Marco Ciatti, studi per una nuova edizione, pag. 154-155 cap. xxix, Firenze ed. Edifir 2004; e anche Ulisse Forni, "Manuale del Pittore

Restauratore , per Ulisse Forni, restauratore nelle R.R. Gallerie di Firenze, Socio della R. Accademia Toscana di Arti e Manifatture", Firenze 1866 ed. Le Monnier
[19] Giovanni Secco-Suardo," Manuale del restauratore dei dipinti", 1866 ed Reprint Antichi Manuali Hoepli, ristampa anastatica 1983, cap. IV Ricettario pag. 292-293 N°3.
[20] Gino Piva, "L'arte del restauro, il restauro dei dipinti nel sistema antico e moderno, secondo le opere di Secco-Suardo e del Prof. Mancia", IIa ed. riveduta, RICETTARIO n°12 pagg. 266-268, ed. U. Hoepli Milano1966
[21] ibidem, op. cit. pag 288
[22] ibidem, op. cit. pag 266
[23] BRUNI G. e PELIZZOLA C. "Sulla presenza del manganese nella gomma greggia e sull'origine della peciosità". – Acc. Lincei R. S. F., S. 5, 30, I92 I, 2, pp. 37-4I.
[24] in Cesare Piantanida, "La gomma elastica, chimica e tecnologia", pag. 75, 1952 Firenze ed. CYA
[25] sinteticamente i dati forniti dai fornitori nelle schede tecniche dei tre tipi di lattice **1°)** liquido lattiginoso bianco CONTENUTO SECCO:60,5+1%Ph: ca 10VISCOSITA': ca 70 cps. CONTENUTO AMMONIACA: ca 0,3% **2°)**è presenta la scheda di sicurezza , ma non la scheda tecnica: colore: bianco, odore : ammoniacale, Punto di solidificazione circa 0°C (acqua), ph 10-11, Densità0,95-0,96 gm/cc (lattice centrifugato di gomma naturale, Solubilità in acqua miscibile in tutti i rapporti Viscosità 50-100 cps (broofield Spindle 2/60 rpm); acqua <5%lattice di gomma centrifugato >95% ammoniaca <1% **3°)** 2. Colore: bianco 3. Odore: ammoniacale4. T evaporazione: 100°C5. T decomposizione: 200°C6. pH: 9,8-10,87. Solubilità in acqua: totale 8. Densità: 0,976 gr/cm39. Tensione di vapore: 18,1 mmHg (20°C) 10.Densità dei vapori (aria=1): 0,523 (27°C)Conservare il prodotto al riparo e a temperature comprese tra **15 e 20°C**, mai inferiori a 5°C e, preferibilmente, non superiori 40°C. **Proprietà tipiche finali**1. proprietà colloidali:- contenuto solido totale: 60,5%;- contenuto ammoniaca: 0,6%;- viscosità (Coppa Ford, T=28°C): 40 sec;- test stabilità meccanica: 1300 sec. 2. proprietà fisiche prodotto nuovo:- allungamento del 700%: 13 MPa;- resistenza in tensione: 25 MPa;- allungamento pre-rottura: 880%. 3. proprietà fisiche prodotto maturato (22 ore a 100°C):- ritenzione ad allungam. del 700%: 60%;- resistenza in tensione: 18,75 MPa.
[26] vedi www. industria della gomma.it e L'industria della gomma elastica n° 605, "Nanocalci in lattice di NR dispersione e vulcanizzazione",ed. E.di.fis Spa Milano pag. 11-12
https://issuu.com/edifis/docs/gomma_605_x_sfoglio/13
[27] uno studio recente mi ha rassicurata sulla bontà della mia scelta per quanto riguarda l'aggiunta di caolino alla gomma naturale : Il lattice di gomma naturale ha contenuto del 60% di gomma secca re con alcalinità totale (In NH3) 0,6% viene addizionato con caolini organici (Nanoclay). Il Nanoclay 128E è Montmorillonite (MMT) mdoficata con octadecilammina prodotto da Nanocour (USA), con umidità 3% max. e con purezza non inferior a 98,5%; hanno verificato che questo tipo di mescola confrontata con una mescola di sola NR carico di rottura, resistenza alla lacerazione, perdita per abrasione migliorano significativamente: carico alla rottura da 18,86 MPa a 27,60 MPa; resistenza alla lacerazione da 30,52N/mm a 50,73N/mm; la Perdita per abrasion da 0,087 g /100 cicli a 0,046 g/100 cicli.
in N° 605 L'industria della gomma elastica, gennaio-febbraio 2013 , n°1 pag 11-12: Nanocaolini in lattice di NR dispersiome vulcanizzazione
[28] http://www.feltrofilz.it/qualita.html

RIMOZIONE SELETTIVA DI VERNICI DA PITTURE INDUSTRIALI CON GEL NANOSTRUTTURATI, SOLVENTI ORGANICI ED EMULSIONI SOLVENTI

Sara Capriotti*, Grazia De Cesare**

*Restauratore, via Bore 23, 63854, Santa Vittoria in Matenano, 3332073532, sara.capriotti_95@hotmail.it
** Restauratore, graziadecesare@hotmail.com

Abstract
Il criterio di reversibilità che guida le operazioni di restauro diventa fondamentale nelle fasi di ritocco e verniciatura su opere contemporanee, che non ammettono la perdita di perfezione. La difficoltà di intervenire col solo ritocco ad acquerello o pastello per integrare parti mancanti o coprire macchie non eliminabili in pulitura, alle volte necessiterebbe di uno strato finale capace di omogeneizzare la resa cromatica superficiale. La vernice finale utilizzata per riequilibrare cromaticamente la superficie pittorica dopo una pulitura, o meglio dopo il ritocco pittorico, subisce nel tempo un'alterazione cromatica: l'ingiallimento o l'ingrigimento della resina, l'alterazione delle reintegrazioni cromatiche, comportano la necessità di intervenire con la loro rimozione. L'applicazione di vernici di nuova generazione a basso peso molecolare e bassa polarità ugualmente rischia di rivelarsi nel tempo un'operazione irreversibile, per la difficoltà a trattare a solvente un substrato pittorico come le pitture in emulsione acrilica, tempera gouache o oli poco polimerizzati, che mostrano una spiccata sensibilità agli stessi solventi organici utili a rimuovere la vernice. L'obiettivo di questa ricerca è stato quindi quello di ottimizzare l'azione dei solventi grazie a gel rigidi nanostrutturati di tipo chimico, altamente ritentivi, per verificare se un'azione molto superficiale per maggiori tempi di contatto, sia in grado di produrre una rimozione selettiva della vernice dalle pellicole pittoriche selezionate.
Sono stati realizzati dei provini con campiture di colore bianco (biossido di titanio) e nero (di marte, ossido di ferro sintetico) e sono state scelte finiture sintetiche del tipo acrilico (vernice Lefranc et Bourgeois à retouchér, surfin), aldeidico (Laropal A81), idrocarburico (Regalrez 1094 a base di viniltoluene e metil stirene).
All'inizio di questa prova sono stati testati solventi organici a tampone per caratterizzare l'area di solubilità di queste resine. In un secondo momento l'interesse dello studio si è concentrato sulla sperimentazione dei Nanorestore Gel® Dry a base di pHEMA e PVP, che possiedono oggettivi limiti per quanto concerne la scelta dei solventi che possono supportare. Sono state pertanto testate le emulsioni solventi proposte e commercializzate dal CSGI, della linea Nanorestore Cleaning® quali: Apolar Coating (microemulsione olio – in – acqua con 1 – pentanolo, xilene, tensioattivo anionico), Polar coating B (metiletilchetone, 2-butanolo e tensioattivo non ionico), Polar coating S (1-pentanolo, etil acetato, propilen carbonato e tensioattivo anionico) e Polar Coating G (metiletilchetone, 2-butanolo, etil acetato, propilene carbonato e tensioattivo non ionico).
L'esito dei test di pulitura sono stati valutati macroscopicamente e tramite microscopio digitale con luce visibile e ultravioletta, con risultati promettenti.

Introduzione

Negli ultimi anni la ricerca indirizzata a vernici di sempre maggiore reversibilità ha offerto promettenti prospettive anche per le pitture industriali divenute oggetto d'arte nell'ultimo secolo. La messa a punto di prodotti di nuova concezione negli anni '50, indirizzata sia al mondo dell'arte che del restauro, poneva grosse difficoltà nei trattamenti di restauro, poiché non permetteva di risolvere alcuni fenomeni di degrado rispettando i criteri di selettività e reversibilità. Una pittura acrilica o vinilica difficilmente può essere verniciata con resine di identica natura, poiché a causa della spiccata sensibilità ai solventi, si rivela incapace di sopportare successivi interventi di eliminazione di ritocchi e verniciature.
La pulitura d'altro canto ha affinato i suoi strumenti divenendo sempre più attenta a rispondere ad esigenze di minima contaminazione dello strato originale, selezionando solventi organici, mezzi acquosi supportati o emulsioni solventi, e supportanti in grado di bagnare il meno possibile la superficie da trattare.
Le emulsioni in generale sono dei sistemi eterogenei, che necessitano di essere stabilizzati termodinamicamente con l'aggiunta di uno o più tensioattivi, che riducono la tensione interfacciale tra le due fasi, generando legami deboli secondari **[1]**. Le due fasi che compongono un'emulsione sono: una fase dispersa che corrisponde al liquido presente in minor quantità ed una fase disperdente intesa come il liquido che prevale tra i due. Se la fase dispersa è un "olio" **[2]** l'emulsione viene definita olio – in- acqua (o/w), invece se la fase dispersa corrisponde all'acqua o alla soluzione acquosa, l'emulsione è acqua – in – olio (w/o). Le percentuali di acqua, la polarità del solvente e le caratteristiche del tensioattivo sono fondamentali per determinare la formazione dell'emulsione e possono essere messe in relazione attraverso un triangolo ternario con le tre fasi. Le proprietà del tensioattivo sono fondamentali per la formazione dell'emulsione: i tensioattivi vengono suddivisi in base al loro valore di HLB in lipofili ed idrofili. Un tensioattivo con carattere lipofilo (HLB < 10) produce delle micelle con parti

idrofile rivolte verso l'interno e parti idrofobe all'esterno, a contatto con il solvente apolare, che consente perciò di inglobare all'interno le goccioline della fase acquosa, formando emulsioni acqua in olio (w/o). Più precisamente, hanno questa caratteristica i tensioattivi con un HLB compreso tra 4 – 6. Nella situazione inversa, un tensioattivo idrofilo (HLB > 10) sviluppa delle micelle in grado di inglobare al proprio interno gocce di solvente apolare, producendo emulsioni olio in acqua (o/w). In genere i tensioattivi con un HLB compreso tra 8 – 18 vengono utilizzati come emulsionanti o/w. Le microemulsioni sono state messe a punto per la rimozione di materiale di deposito da pitture acriliche non verniciate: dalla collaborazione tra la Dow Chemical Company, la Tate Modern e il Getty Conservation Institute è nata l'attenzione e lo sviluppo per differenti microemulsioni acqua – in – olio denominate *Serie I, Serie 2 e Serie 3.* La *Serie 1* è composta di solvente Shellsol D38 **[3]**, immiscibile in acqua, di un tensioattivo alchilbenzene solfonato (LAS), da due co – tensioattivi 1-butanolo e 1-esanolo e da acqua; la *Serie 2* è composta da Shellsol D38, immiscibile in acqua, dal tensioattivo ECOSURF^{TM} EH6 **[4]**, da due co – tensioattivi 1-butanolo e 1-esanolo e da acqua; la *Serie 3* comprende Shellsol D38, immiscibile in acqua, un tensioattivo anionico a base di sodio diottilsolfosuccianato e acqua, senza includere tensioattivi secondari. Differenti tensioattivi primari sono stati selezionati analizzando studi preliminari, considerando la loro efficacia, la capacità di formare emulsioni stabili e la non tossicità.
In alternativa sono disponibili sul mercato i nanofluidi a base di microemulsioni solventi messi a punto dal gruppo di ricerca del CSGI coordinato dal Professor Baglioni dell'Università di Chimica di Firenze, commercializzati sotto il nome di Nanorestore Cleaning®. Sono prodotti definiti versatili e a bassa tossicità e impatto ambientale, composti da acqua, solventi organici e tensioattivi **[5]**. Sono proprio i tensioattivi, grazie alle micelle create dopo il raggiungimento della CMC, che riescono a solubilizzare un materiale idrofobo, inglobandolo al loro interno. All'azione detergente del tensioattivo, si aggiunge quella del solvente. I solventi in quantità che variano dal 2 al 20% p/p sono confinati all'interno della fase acquosa, che spesso è inclusa all'interno delle micelle, riducendone il tasso di evaporazione e di tossicità. Le gocce di microemulsione contengono il solvente in grado di rigonfiare il materiale da rimuovere, mentre l'acqua nella fase di dispersione può penetrare all'interno del substrato poroso, evitando il rischio di riposizionamento del deposito disciolto.
I Nanorestore Cleaning® sono disponibili in quattro formulazioni differenti:

- Nanorestore Cleaning® Polar Coating S: fluido nanostrutturato a base acquosa composto da un tensioattivo anionico ed una miscela solvente a base di 1-pentano, etil acetato e propilene carbonato.
- Nanorestore Cleaning® Polar Coating B: fluido nanostrutturato a base acquosa composto da un tensioattivo non ionico (alcool etossilato) ed una miscela di solventi a base di metil etil chetone e 2-butanolo.
- Nanorestore Cleaning® Polar Coating G: fluido nanostrutturato a base acquosa composto da un tensioattivo non ionico (alcool etossilato) ed una miscela di solventi a base di metil etil chetone, 2-butanolo, etil acetato e propilene carbonato.
- Nanorestore Cleaning® Apolar Coating: microemulsione olio- in- acqua composta da un tensioattivo anionico ed una miscela solvente a base di 1-pentanolo e xilene.

I fluidi nanostrutturati dovrebbero essere in grado di rimuovere deposito coerente ed incoerente, materiale grasso, polimeri sintetici (acrilici e vinilici) da superfici porose, vernici naturali e sintetiche anche invecchiate e sostanze idrocarburiche apolari come la cera. Qualora la superficie pittorica fosse sensibile all'acqua, i nanofluidi possono essere caricati all'interno della linea Nanorestore® Gel, ottenendo così un sistema non penetrante e anche efficace in termini di selettività. I gel nanostrutturati sono di tipo chimico, altamente viscosi e composti da una rete polimerica molto reticolata, formata da legami covalenti, che gli conferiscono elevata coesione, impedendo così il rilascio di residui sulla superficie pittorica. La ritenzione di questo tipo di gel è superiore a quella dei gel rigidi tradizionali tipo AgarArt® e Kelcogel® al 3% in acqua, poiché questi ultimi agiscono in maniera fisica come ispessenti. I Nanorestore® Gel sono formulati invece come reti semi interpenetranti di catene libere e lineari di pHEMA/PVP (poli 2 – idrossietilmetacrilato-vinilpirrolidone). La quantità di PVP definisce il carattere idrofilo del gel e la sua morbidezza, mentre p(HEMA) costituisce la rete tridimensionale determinandone le proprietà meccaniche: il loro rapporto unitamente alla quantità di acqua utilizzata nella preparazione, determinano le proprietà finali del gel. In relazione alla capacità di ritenzione, i gel vengono divisi in: Medium Water Retention (MWR) e Hight Water Retention (HWR). Questo tipo di gel può essere caricato solo con alcuni solventi, fra cui non sono compresi i chetoni o gli aromatici, che causano la rottura del gel.

Sperimentazione: materiali e metodi
I provini sono stati realizzati con diversi leganti nei colori bianco e nero:

- Bianco di titanio e nero di Marte acrilico – Maimeri;
- Bianco di titanio e nero di Marte olio – Maimeri olio classico;
- Bianco di titanio e nero tempera – Maimeri tempera extrafine gouache.

Le vernici prese in esame sono state:

- Regalrez 1084 (a base di resina idrocarburica di viniltoluene e metil stirene);

- Laropal A81 (a base di resina aldeidica);
- Retouchér Surfin della LeFranc & Bourgeois (a base di resina acrilica isobutilmetacrilato).

In via preliminare si è determinata l'area di solubilità delle differenti pitture ed in seguito delle vernici applicate sulle diverse pitture (tabella 1).

PITTURA	Solventi >	Acetone	Alcool Isopropilico	White Spirit	Xilene	Etere di petrolio	Ammoniaca a pH 8.5	TAC 1%
	Olio	++	+	+	+	-	-	-
	Acrilico	++	+	+	+	+	-	-
	Tempera	-	-	-	-	-	+	+
OLIO	**Solventi >**	Acetone	Alcool Isopropilico	White Spirit	Xilene	Etere di petrolio	Ammoniaca a pH 8.5	TAC 1%
	Regarlez 1094	+++	+	++	++	++	-	-
	Laropal A81	+++	+++	-	+++	+	-	-
	LeFranc & Bourgeois Surfin	+++	+++	+++	+++	+	-	-
ACRILICO	**Solventi >**	Acetone	Alcool Isopropilico	White Spirit	Xilene	Etere di petrolio	Ammoniaca a pH 8.5	TAC 1%
	Regarlez 1094	+++	+	++	+++	++	-	-
	Laropal A81	+++	+++	++	+++	++	-	-
	LeFranc & Bourgeois Surfin	+++	+++	-	+++	-	-	-
TEMPERA	**Solventi >**	Acetone	Alcool Isopropilico	White Spirit	Xilene	Etere di petrolio	Ammoniaca a pH 8.5	TAC 1%
	Regarlez 1094	-	-	++	++	++	+++	+++
	Laropal A81	++	+	+	++	++	+++	+++
	LeFranc & Bourgeois Surfin	++	++	-	++	-	+++	+++

Tabella 1 Prove di solubilità delle pellicole pittoriche e delle vernici sulle diverse pellicole pittoriche. +++ rimozione di vernice e colore sottostante, ++ rimozione, + rimozione parziale, - non rimozione

La prima constatazione dai risultati comparati è che la risposta superficiale di rimozione della vernice è influenzata dalla solubilità della pittura sottostante, poiché il solvente veicolato a tampone risulta libero di penetrare per diffusione nella pittura sottostante ed eventualmente solubilizzarla. I metodi acquosi con variazione di pH (ammoniaca) e chelanti (TAC) non hanno dato risultati positivi nell'asportazione delle resine protettive, se non su pitture a tempera, evidentemente solubili all'acqua, che ne hanno favorito l'asportazione accoppiata alla pittura.
Guardando quindi i risultati generali si può verificare che tante volte l'efficacia di una pulitura è condizionata da un danno prodotto sullo strato sottostante. Premesso che la Regalrez 1094, nel breve periodo, senza invecchiamento, è più sensibile ai chetoni che agli alcoli e più solubile agli idrocarburi, sia aromatici che alifatici come xilene, white spirit ed etere di petrolio, possiamo constatare come la solubilità sia esaltata da quella della pittura di substrato e così via, fino a non essere rimuovibile dai solventi polari, qualora lo strato sottostante non sia sensibile a quegli stessi solventi. Commentando nel dettaglio: sulla pellicola ad olio la Regarlez 1094 è solubile totalmente in White Spirit, Xilene ed Etere di petrolio; viene anche rimossa dall' Acetone ma anche la pellicola pittorica viene solubilizzata a causa della penetrazione del solvente. L'Alcool Isopropilico svolge un'azione di solubilizzazione parziale della resina (Figura 1). La Laropal A81 è parzialmente solubile in Etere di petrolio, mentre l'Acetone (Figura 2), l'Alcool isopropilico e lo Xilene penetrano solubilizzando anche la pellicola ad olio. La Surfin risulta rimovibile in Acetone, Alcool isopropilico, White Spirit (Figura 3) e Xilene che penetrano anche nella pellicola pittorica solubilizzandola.



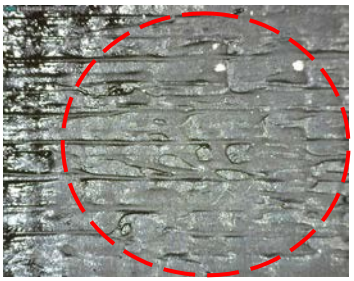


Figura 1 Test sull'olio Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con Alcool Isopropilico su Regarlez 1094. **Figura 2** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con Acetone su Laropal A81. **Figura 3** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con White Spirit su LeFranc & Bourgeois Surfin.

Su pellicola pittorica acrilica la Regarlez 1094 è solubile totalmente in White Spirit, Acetone e Xilene (Figura 4), ma anche la pellicola pittorica viene solubilizzata a causa della penetrazione del solvente e simile risposta ai solventi dei due strati. La Laropal A81 è solubile totalmente in White Spirit ed Etere di petrolio (Figura 5) e viene rimossa anche da Acetone, Alcool Isopropilico e Xilene poiché penetrano al di sotto del protettivo. La Surfin viene rimossa perché l'Acetone, l'Alcool isopropilico e lo Xilene penetrano nella pellicola pittorica solubilizzandola.

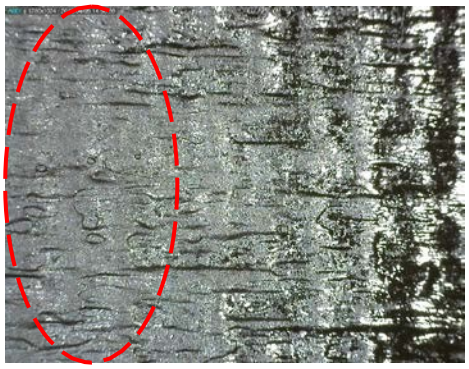



Figure 4 Test sull'acrilico. Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con Xilene su Regarlz 1094. **Figura 5** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con Etere di petrolio su Laropal A81.

Nel provino con campitura a tempera la Regarlez è solubile totalmente in White Spirit (Figura 6) Xilene ed Etere di petrolio e viene anche solubilizzata da Ammoniaca a pH 8.5 e Tac all'1% a causa della solubilità della tempera in acqua. La Laropal è solubile totalmente in Acetone, Xilene ed Etere di petrolio (Figura 7) e viene rimossa anche da Ammoniaca a pH 8.5 e Tac all'1% per le stesse ragioni, mentre la Surfin viene rimossa selettivamente da Acetone, Alcool isopropilico e Xilene e solubilizzata, insieme alla pellicola pittorica, anche da Ammoniaca a pH 8.5 e Tac all'1%.

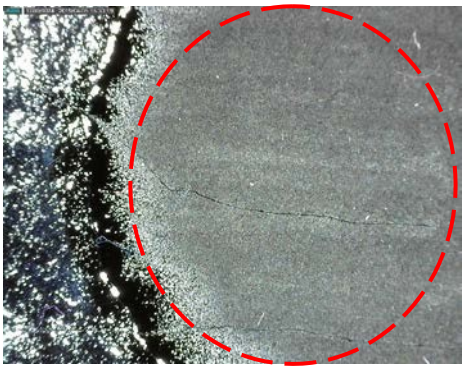
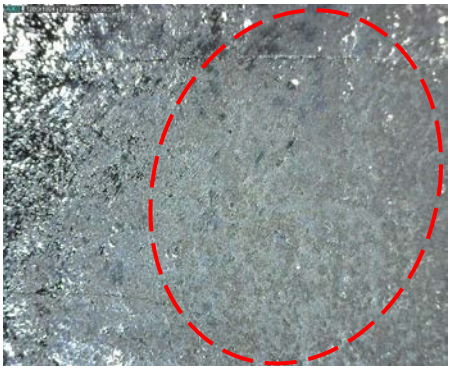



Figura 6 Test sulla tempera. Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con White Spirit su Regarlz 1094. **Figura 7** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura con Etere di petrolio su Laropal A81.

Per verificare la possibilità di un metodo alternativo ai solventi, è stato dapprima testato un gel rigido del tipo Gellano Kelcogel® **[6]** e successivamente i gel chimici, caricati con la linea delle emulsioni solventi del CSGI. Il gellano al 2% è stato caricato con due soluzioni composte da 80% di Etere di petrolio e 20 % di Alcool Isopropilico **[7]** e 80% Etere di petrolio 10% Acol Isopropilico e 10 % di Acetone e lasciati in posa, partendo da qualche secondo, fino ad arrivare ad 1 minuto (Figura 8).
Sulle differenti stratigrafie si è ottenuta o la solubilizzazione delle tre vernici, con parziale asportazione della pittura sottostante (per l'acrilico l'asportazione è avvenuta su tutte le vernici e per l'olio sulla Regalrez), o una non completa rimozione (per la Laropal e la Surfin sull'olio) della vernice. I test sulla tempera verniciata hanno mostrato che si danneggia sempre la pellicola pittorica asportando le vernici.



Figura 8 Test di solubilità con Gellano Kelcogel® caricato su Regarlez 1094, acrilico

Si è perciò scelto di provare le emulsioni solvente a tampone, senza nessun risultato, poiché necessitano di tempi di contatto prolungati. Si è scelto quindi di testarne l'applicazione in sistemi supportati, per una maggiore selettività, in grado di svolgere un'azione solvente nei confronti dei polimeri sintetici, senza solubilizzare le pellicole pittoriche ad olio ed acrilica **[8]**: la scelta è ricaduta sui gel nanostrutturati che sono stati caricati con le soluzioni micellari proposte e commercializzate dal CSGI, della linea Nanorestore Cleaning® quali: Apolar Coating, Polar coating B, Polar coating S e Polar Coating G.
Si richiamano i meccanismi di detergenza che possono verificarsi, così come spiegati in letteratura per le emulsioni **[9]**:

- il materiale di deposito viene rigonfiato dall'acqua e dal tensioattivo, catturato ed inglobato dalle micelle e asportato secondo il processo del *rolling – up: l*e molecole di detergente si dirigono verso lo sporco, le code idrofobe contenute nelle micelle a contatto con il solvente, si dispongono a contatto con lo sporco e la testa idrofila rimane in acqua. Lo sporco, secondo il processo del *rolling – up*, viene circondato dalle molecole di tensioattivo e solvente ed estratto dal substrato.
- agenti complessanti, chelanti e pH possono favorire la rottura di legami all'interno dello strato di deposito, favorendo l'azione della soluzione detergente.

Le formulazioni della linea Nanorestore Cleaning® riportano in scheda tecnica di avere un'elevata superficie interfasale, che grazie alla presenza e all'azione sia di solventi che tensioattivi, risultano molto efficaci impedendo tra l'altro la rideposizione del materiale rigonfiato all'interno dello spessore del film.
Il comportamento dei provini con pellicola ad olio e con stesura acrilica è stato indicativamente lo stesso: si è ottenuta una solubilizzazione completa e/o parziale delle vernici in modo selettivo in tutti i casi, ma con differenti tempi di applicazione (Tabelle 2 e 3).

Acrilico / **Nanorestore**	**HWR + Etanolo 50%**	**MWR + Apolar Coating**	**MWR + B**	**MWR + S**	**MWR + G**
Regarlez 1094	++ 40 minuti	+ 60 minuti	++ 40 minuti (Figura 11)	+ 40 minuti	+ 40 minuti

Laropal A81	++ 30 minuti	++ 30 minuti (Figura 12)	++ 20 minuti	+ 20 minuti	++ 30 minuti
LeFranc & Bourgeois Surfin	+ 60 minuti	++ 40 minuti	++ 10 minuti	++ 10 minuti (Figura 13)	++ 30 minuti

Tabella 2 Prove di solubilità delle vernici su pellicola pittorica acrilica con gel chimici caricati: ++ rimozione di vernice, + rimozione parziale di vernice, - non rimozione

Olio / **Nanorestore**	**HWR + Etanolo 50%**	**MWR + Apolar Coating**	**MWR + B**	**MWR + S**	**MWR + G**
Regarlez 1094	++ 40 minuti	+ 60 minuti	++ 40 minuti (Figura 14)	+ 40 minuti	++ 40 minuti
Laropal A81	++ 30 minuti	++ 30 minuti	++ 20 minuti	+ 20 minuti	+ 30 minuti
LeFranc & Bourgeois Surfin	+ 60 minuti	++ 40 minuti (Figura 15)	++ 10 minuti	++ 10 minuti	++ 30 minuti

Tabella 3 Prove di solubilità delle vernici su pellicola pittorica ad olio con gel chimici caricati: ++ rimozione di vernice, + rimozione parziale di vernice, - non rimozione







Figura 9 Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura su Regarlez con Nanorestore gel MWR caricato con microemulsione B, su pittura acrilica. **Figura 10** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura su Laropal A81 con Nanorestore gel MWR caricato con Apolar Coating, su pittura acrilica. **Figura 11** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura su Surfin con Nanorestore gel MWR caricato con microemulsione S, su pittura acrilica.

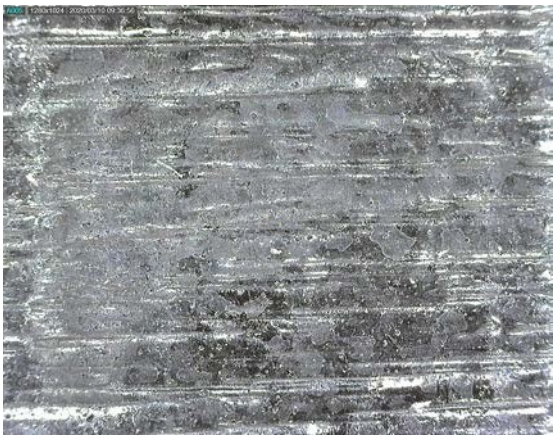



Figura 12 Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura su Regarlez con Nanorestore gel MWR caricato con microemulsione B, su pittura ad olio. **Figura 13** Ingrandimento 55x del tassello con prova di pulitura su Surfin con Nanorestore gel MWR caricato con Apolar Coating, su pittura ad olio.

Conclusione

I gel chimici della linea Nanorestore Gel® Dry si sono dimostrati degli ottimi agenti ritentivi in quanto in nessun test hanno permesso la penetrazione delle soluzioni caricate all'interno della pellicola pittorica. Le soluzioni micellari hanno svolto un'azione solvente selettiva nei confronti delle tre differenti resine sintetiche più comunemente utilizzate come vernici protettive, grazie alle alte prestazioni dei supportanti caricati con emulsioni solventi differenti. Ciò è imputabile alla presenza di una rete polimerica molto reticolata, che da un lato inibisce il rilascio delle soluzioni e dall'altro conferisce elevata coesione al gel, impedendo il rilascio di residui sulla superficie. Osservando macroscopicamente i gel durante le applicazioni, si è notato come il gel MWR caricato con la soluzione micellare Polar Coating B dopo un tempo di applicazione di 40 minuti non mantiene più la perfetta planarità nei confronti della superficie: tende a deformarsi solubilizzando solo parte della resina a causa del contatto disomogeneo con la superficie (Figura 14).

La Regarlez necessita in generale di più tempo di applicazione per una rimozione totale: dovrebbe essere solubile in solventi con alto Fd e quindi caratterizzati da bassa polarità, ma è stata anche rimossa dalle soluzioni micellari molto polari composte da Metiletilchetone, 2-butanolo, etil acetato e propilene carbonato.

La Laropal A81 è una vernice più polare, anche se è stata rimossa selettivamente dalla microemulsione Apolar Coating; dopo l'invecchiamento di sei mesi, le porzioni di provini verniciate con la Laropal hanno mostrato un assottigliamento del film, visibile già a livello macroscopico.

La rimozione della Surfin è avvenuta in genere con tempi di applicazioni minori dei gel caricati con emulsioni solventi rispetto alle due resine precedenti, specialmente con le soluzioni micellari di tipo polare, soprattutto con quella a base di tensioattivo non ionico, Metiletilchetone, 2-butanolo, etil acetato e propilene carbonato.

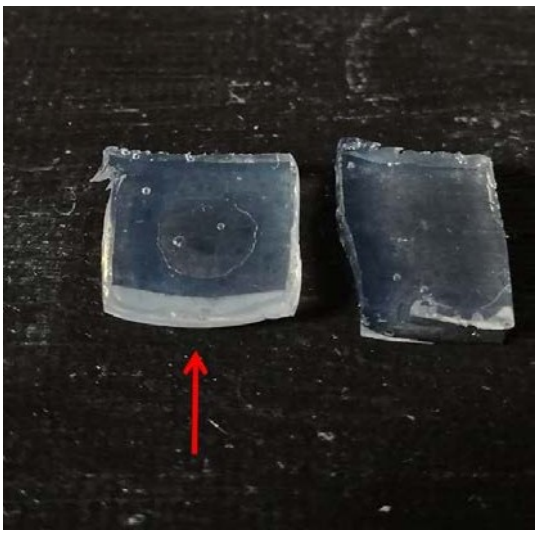
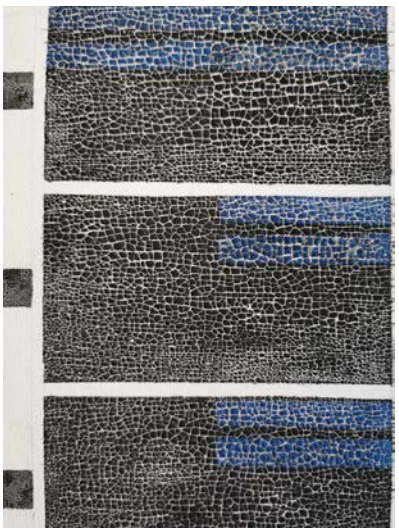



Figura 14 Applicazione del gel caricato con Polar Coating B per la rimozione della Regarlez 1094 su pellicola pittorica ad olio, confrontato con il gel caricato con Polar Coating S, dopo lo stesso tempo di applicazione. **Figura 15** Il provino di tempera dopo invecchiamento alla luce solare per 6 mesi

NOTE

[1] L'agitazione meccanica consente soltanto di distribuire fisicamente un materiale nell'altro, senza creare legami secondari e forze attrattive, che sono invece necessarie per normalizzare l'emulsione.
[2] Ricordiamo che per olio intendiamo un solvente organico, a bassa polarità, immiscibile in acqua.
[3] Il solvente Shellsol D38 è un idrocarburo alifatico, comunemente utilizzato in pulitura negli Stati Uniti. Contiene una bassa percentuale di idrocarburi aromatici, in genere inferiore allo 0,2 %.
[4] Prodotto dalla Dow Chemical Company.
[5] La quantità di tensioattivi e solventi è solitamente inferiore al 30% p/p.
[6] Il gellano permette di creare gel rigidi completamente trasparenti, che consentono la perfetta supervisione dell'estrazione del materiale da rimuovere. Ha una buona stabilità nell'intervallo di pH compreso tra 3 – 13.
[7] L'etere di petrolio, nel nostro caso, è il solvente più prestante per la rimozione delle tre vernici ed è stato unito all'Alcool Isopropilico che funge da solvente – ponte, permettendo la miscibilità con il gel con caratteristiche polari. Inoltre ottimizzando il potere solvente dell'Etere di petrolio e rallentandone l'azione con l'aggiunta del solvente polare, si può attuare una pulitura più lenta e controllata.
[8] I provini sono stati invecchiati alla luce solare per sei mesi, in ambiente non controllato termoigrometricamente, con temperatura non inferiore ai 10 °C, prima di testare i gel di tipo chimico. Dopo l'invecchiamento, i provini con i colori a tempera hanno mostrato un cretto diffuso e pronunciato, che ha impedito ulteriori test di pulitura (Fig. 15).
[9] In genere si aggiunge un eccesso di tensioattivo perché una parte viene assorbita dallo strato di deposito e dal substrato, con un aumento della tensione superficiale ed una scarsa bagnabilità. Se la quantità di tensioattivo dovesse risultare insufficiente, l'effetto di detergenza viene a mancare. L'assorbimento di tensioattivo dipende dalla sua struttura, dalla temperatura, dalla presenza di sali (Wolbers – Cremonesi, 2004).

BIBLIOGRAFIA

1. Baglioni Piero, Baglioni Michele, Bonelli Nicole, Chelazzi David, Giorgi Rodorico, "*Smart soft nanomaterials for cleaning*", in "*Nanotechnologies and nanomaterials for diagnostic, conservation and restoration of culture heritage"*, 2019, pp. 171 – 214
2. Baglioni Piero, David Chelazzi, Rodorico Giorgi, "*Nanotechnologies in the conservation of cultural jeritage: a compendium of materials and techniques"*, Spinger, 2014
3. Cremonesi Paolo, "*L'uso di tensioattivi e chelanti nella pulitura di opere policrome*", Il Prato, 2003
4. Domingues Joana, Bonelli Nicole, Giorgi Rodorico, Fratini Emiliano, Baglioni Piero, "*Innovative method for cleaning of water sensitive artifacts synthesis and application of highly retentive e chemical hydrogels*", in "*International Journal of conservation science*", 2013, pp. 715 – 722
5. Domingues Joana, Bonelli Nicole, Giorgi Rodorico, Fratini Emiliano, Gorel Florence, Baglioni Piero, "*Innovative hydrogels based on semi-interprenetrating p(HEMA)/PVP networks for cleaning of water sensitive cultural heritage artifacts"*, in American Chemical Society Publications, Langmuir, 2013, pp. 2746 - 2755
6. Ormsby Bronwyn, Keefe Melinda, Phenix Alan, Von Aderkas Eleanor, Learner Tom, Tucker Christofer, Kozak Christopher, "*Mineral Spirits – Based Microemulsions: a Novel Cleaning System for Painted Surfaces*", in "*Journal of the American Institute for Conservation"*, 2016
7. Giorgi Rodorico, Baglioni Michele, Berti Debora, Baglioni Piero, "*New methodologies for conservation of cultural jeritage: micellar solutions, microemulsions, and hydroxide nanoparticles"*, in "*Accounts of chemical research 43"*, 2010, pp. 695 - 704
8. Wolbers Richard, "*La pulitura di superfici dipinte. Metodi acquosi*", traduzione di "*Cleaning painted surfaces – acqueous methods"*, 2000

CARATTERIZZAZIONE DI PIGMENTI E LEGANTI IN OPERE D'ARTE MEDIANTE UN APPROCCIO COMBINATO SPETTROMETRIA DI MASSA/SPETTROSCOPIA IR

Rosaria A. Picca*, Cosima D. Calvano, Simona Armenise***, Felicia La Viola****, Elena C. Rigante*****, Davide Coniglio******, Tommaso Cataldi*******, Luigia Sabbatini********

*Ricercatore, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442115, rosaria.picca@uniba.it
**Ricercatore, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Farmacia-Scienze del Farmaco, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442018, cosimadamiana.calvano@uniba.it
***Restauratrice e docente a contratto, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, via Orabona 4, 70126, Bari, simoresta@gmail.com
****Restauratrice, via Corfù 17, 70121, Bari, 0809728149, felicialaviola@libero.it
*****Studente, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, e.rigante@studenti.uniba.it
******Dottorando, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, davide.coniglio@uniba.it
*******Professore Ordinario, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442015, tommaso.cataldi@uniba.it
********Professore Ordinario, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Dipartimento di Chimica, via Orabona 4, 70126, Bari, 0805442014, luigia.sabbatini@uniba.it

Abstract

L'analisi chimica rivolta all'individuazione dei leganti, impiegati per la stesura di uno strato pittorico, assume notevole importanza per acquisire informazioni sui processi chimico-fisici di degradazione avvenuti nel tempo in modo da intervenire più propriamente sull'opera dal punto di vista restaurativo e/o conservativo. Inoltre, l'identificazione dei pigmenti permette di chiarire se ed in quale misura essi possono influenzare i processi di invecchiamento a seconda del legante ad esso associato. In quest'ottica, l'uso di un approccio proteo-lipidomico basato sulla spettrometria di massa (MS) a desorbimento/ionizzazione laser assistito da matrice (MALDI) per l'identificazione di leganti organici di natura proteica e lipidica si rivela particolarmente utile e permette di operare su micro-campioni. Utilizzando un protocollo di trattamento del campione, precedentemente messo a punto [1], è stato possibile separare la componente proteica e quella lipidica per la successiva analisi. In questo contributo, tale tecnica è stata affiancata ad un'analisi non distruttiva condotta *ex-situ* mediante spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier in riflettanza totale attenuata (ATR-FTIR) usando un prisma di diamante. La caratterizzazione spettroscopica ha permesso di confermare i risultati ottenuti mediante l'analisi MS, ha fornito un'interpretazione dei fenomeni di degrado causati dall'interazione tra pigmento e legante con formazione di *saponi metallici* [2-4] ed è stato possibile acquisire informazioni sulla natura del pigmento. Tale approccio combinato è assolutamente versatile ed applicabile a diverse tipologie di opere policrome tra le quali alcuni frammenti provenienti dal fregio policromo della trabeazione del portale lapideo tardo rinascimentale della Chiesa Maria SS. del Rosario sita in Bari. Il portale, attualmente oggetto di un intervento di restauro, è molto probabilmente l'unico elemento architettonico originale sopravvissuto all'incendio che nel 1846 distrusse la chiesa. Le indagini qui proposte sono funzionali alla valutazione dello stato di conservazione dell'opera e, conseguentemente, all'ottimizzazione dell'intervento di restauro.

Introduzione

L'impiego di tecniche analitiche avanzate, capaci di operare a livello molecolare, si è via via affermato nel campo dei beni culturali poiché risulta importante da un lato caratterizzare ed eventualmente discriminare le singole componenti dell'opera e dall'altro comprendere al meglio eventuali modifiche occorse nel tempo sulla stessa in modo da indirizzarne correttamente la conservazione e/o il restauro. Ad esempio, un manufatto pittorico presenta diverse componenti (anche a diverse profondità) che possono essere variamente combinate in diversa proporzione. Risulta quindi importante individuare in particolar modo leganti e pigmenti usati per caratterizzare la tecnica pittorica e la sua datazione. Negli ultimi anni, accanto ai più classici metodi di indagine di specie organiche basati su GC-MS e Py-GC-MS [5], si sono fatti largo approcci basati su protocolli micro-invasivi di campionamento e separazione della frazione proteica e lipidica per la loro successiva analisi MALDI-MS con analizzatore a tempo di volo (MALDI-ToF-MS) [1]. Inoltre, recentemente sono stati sviluppati anche metodi meno invasivi [6]. Le suddette strategie sono, comunque, sempre più impiegate anche in combinazione con

metodi di analisi *in situ* o comunque non distruttivi utili a rivelare non solo le singole componenti dello strato pittorico (es. legante, pigmento), ma anche prodotti risultanti dalla loro interazione e dalla loro modifica nel tempo. In questo senso, l'impiego della tecnica ATR-IR gioca un ruolo importante se usata in combinazione con altri metodi di analisi [3, 6]. In particolare, mediante mappatura con ATR-IR, è stato possibile studiare la distribuzione di pigmenti, leganti e prodotti di degradazione in sezioni stratigrafiche e frammenti di un dipinto del XVII secolo [6].
Il lavoro qui presentato si basa anch'esso sull'uso combinato di due tecniche di indagine (MALDI-ToF-MS e ATR-IR) per l'analisi di frammenti provenienti dal fregio policromo del portale di una chiesa sita in Bari, oggetto di un progetto di restauro. Tale studio non solo ha permesso di raccogliere alcune informazioni chimiche importanti ma rappresenta anche un punto di partenza per la messa a punto di una strategia analitica di più ampio respiro. Si prevede, infatti, la sua applicazione anche ad altri casi reali nell'ottica dell'avanzamento delle tecniche al servizio dei Beni Culturali per una loro preservazione più consapevole e mirata.

Caso di studio

La Chiesa Maria SS. del Rosario in San Francesco da Paola è sita in Bari ed ingloba anche un ex-monastero. L'edificio, costruito *extramoenia* nel 1614, costituisce uno dei pochi esempi di edilizia religiosa dell'ordine dei Francescani. Nel 1846 un incendio distrusse la chiesa e la sua ricostruzione fu compiuta nell'arco di quasi venti anni (1848-1864). La nuova chiesa fu consacrata solo il 24 ottobre 1897.
Nel 1902, al corpo della chiesa e del monastero venne aggiunto un porticato presente solo su due lati: il fronte su via F. Crispi, ed il lato su Piazza Garibaldi.
Il portale rinascimentale, elemento architettonico originale e sopravvissuto all'incendio, è stato oggetto di un intervento di restauro nell'ambito dell'insegnamento "Storia e tecnica del Restauro dei materiali lapidei" del secondo anno del Corso di Studi in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali presso il Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università degli Studi di Bari. Esso è costituito da due leoni stilofori che sostengono due colonne scanalate con capitelli in stile corinzio; una cornice larga, appena modanata, definisce il portone ligneo. Un architrave riccamente intagliato (con racemi e, nella parte centrale, due putti con il simbolo eucaristico), collega i dadi su cui sono scolpiti i volti di due putti; seguono le cornici dentellate. Sulla parte centrale del cornicione è posta un'ampia nicchia, nella quale è collocata la statua che raffigura San Francesco da Paola.
Gli elementi policromi del portale sono costituiti dai putti con l'Eucarestia ed i putti sui dadi (Figura 1). Da tali parti provengono i due frammenti analizzati nel presente lavoro ed indicati rispettivamente come fregio blu e fregio rosso, distinguendoli in base al colore.



Figura 1. Portale della chiesa Maria SS. del Rosario con gli elementi policromi da cui provengono i frammenti studiati.

MATERIALI E METODI

Preparazione dei campioni per analisi di spettrometria MS

L'analisi MALDI-ToF-MS è stata effettuata sulla frazione proteica e lipidica dei due frammenti suddetti seguendo un protocollo messo a punto nei laboratori di chimica analitica del Dipartimento di Chimica presso l'Università degli Studi di Bari [1]. Il campione (200 μg) è stato macinato su un vetrino con un pestello in agata e trasferito in un vial di vetro. Sono stati utilizzati reagenti Sigma-Aldrich di purezza LC-MS. Per l'estrazione della frazione lipidica sono stati aggiunti 150 μL di una miscela di metanolo e cloroformio (2:1). Dopo agitazione con vortex, la soluzione è stata sottoposta ad un bagno di ultrasuoni per 20 min. Successivamente, sono stati aggiunti 50 μL di acqua seguito dal vortex ed un altro bagno di ultrasuoni di 20 minuti. Poi sono stati aggiunti 50 μL di cloroformio e la miscela è stata centrifugata a 3000*g* per 10 minuti. La fase organica contenente la frazione lipidica è stata separata dalla fase acquosa contenente la frazione proteica ed entrambe sono state portate a secco sotto un flusso di azoto. La frazione lipidica è stata analizzata tal quale dopo essere stata ripresa in metanolo e mescolata con la matrice MALDI (10 mg di acido 2,5-diidrossibenzoico in 1 ml di 70% metanolo: 0.1% TFA) mentre la frazione proteica è stata sottoposta alla digestione enzimatica in soluzione. Il pellet è stato dapprima risospeso in 60 μL di una soluzione di denaturante (8 M urea in 0.4 M di bicarbonato d'ammonio), e dopo l'aggiunta di 5 μL di riducente ditiotreitolo (DTT) (100 mM in bicarbonato d'ammonio), la miscela è stata incubata per 30 minuti a 60°C. Quindi, sono stati aggiunti, a temperatura ambiente, 15 μL di iodoacetammide (IAA) (100 mM) e la soluzione è stata lasciata al buio per altri 30 minuti. In ultimo, sono stati aggiunti 120 μL di acqua seguiti da 1 μg di tripsina e la soluzione è stata incubata overnight a 37°C. La digestione è stata bloccata abbassando il pH con acido trifluoroacetico (TFA) ad una concentrazione finale di ca. 0.5% (pH< 2). La soluzione è stata trasferita in un nuovo vial e 3 μL di questa soluzione sono stati mescolati con 3 μL di matrice (10 mg di acido alfa-ciano-4-idrossicinnamico in 1 ml di 70% acetonitrile: 0.1% TFA) e 1.5 μL sono stati depositati su pozzetto per condurre l'analisi MS.

Caratterizzazione MALDI-ToF-MS

Per le analisi di massa è stato utilizzato uno spettrometro 5800 MALDI ToF/ToF (AB SCIEX, Darmstadt, Germany) dotato di laser a neodimio-ittrio litio fluoro (Nd:YLF) a 345 nm, in modalità reflectron positiva con accuratezza di massa ≤5 ppm. Sono stati accumulati 5000 shot con una frequenza del laser di 400 Hz. Il range di massa per i lipidi è stato impostato tra 400 e 1200 *m/z* mentre per i peptidi tra 700 e 4000 *m/z*. Alcuni esperimenti MS/MS sono stati eseguiti impostando una differenza di potenziale tra la sorgente e la camera collisionale di 1 kV usando l'argon come gas collisionale con una pressione media di 10^{-6} Torr. Il tempo di attesa per la delayed extraction (DE) è stato impostato a 240 ns.
Il software DataExplorer 4.0 (AB Sciex) è stato utilizzato per controllare l'acquisizione e per ottenere l'elaborazione iniziale dei dati. I set di dati MS acquisiti sono stati inseriti nel database da parte di mMass™ 5.5.0 utilizzando i motori di ricerca Mascot (Matrix Science, Londra, Regno Unito) e Protein Prospector. Nei database Swiss-Prot e NCBInr è stata variata la tassonomia usando alternativamente *Bos taurus*, *Oryctolagus cuniculus* o *Gallus gallus*. Contemporaneamente, le liste ottenute sono state confrontate con i dati di letteratura relativi all'analisi di leganti in altri manufatti storici [1, 7-10]. Per la ricerca bioinformatica sui PMF è stata impostata una tolleranza di 0.2 Da, mentre con i dati delle frammentazioni MS/MS è stata impostata una tolleranza di 0.5 Da sia per lo ione precursore che per gli ioni prodotto; il software identifica una sequenza amminoacidica per ogni ione precursore frammentato e fornisce in output un elenco di sequenze candidate. I dati MS/MS sui lipidi sono stati interpretati manualmente.

Caratterizzazione ATR-FTIR di frammenti

I due frammenti (fregio blu e fregio rosso) sono stati analizzati mediante spettroscopia ATR-FTIR. I frammenti non sono stati trattati in alcun modo e l'analisi è stata eseguita ponendo il lato recante il colore verso il prisma del modulo ATR in modo da investigare tale area. La caratterizzazione è stata eseguita con uno strumento mod. Spectrum Two (Perkin Elmer). Sono stati registrati spettri IR in trasmittanza tra 4000 e 400 cm^{-1} con risoluzione di 2 cm^{-1} acquisendo 64 scansioni e utilizzando un prisma di diamante. Preliminarmente alla registrazione degli spettri sui fregi, è stato registrato lo spettro del background su aria.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Analisi della frazione proteica dei frammenti mediante MALDI-ToF-MS

L'analisi sulla frazione proteica è stata condotta seguendo l'approccio noto come *peptide mass fingerprint* (PMF). Le proteine vengono digerite utilizzando un enzima proteolitico che taglia in maniera specifica il polipeptide in corrispondenza di alcuni amminoacidi. La tripsina è la proteasi in genere più utilizzata in quanto presenta caratteristiche competitive rispetto ad altre proteasi con un'alta specificità di taglio a livello

dell'arginina e della lisina. I peptidi generati dalla digestione vengono analizzati ottenendo un'impronta della proteina, ovvero uno spettro di massa contenente una serie di rapporti *m/z* corrispondenti ai peptidi. Le masse sperimentali ottenute vengono inserite in una banca dati disponibile in rete e vengono confrontate, adottando software dedicati, con le masse dei frammenti ottenuti dalla digestione *in silico* (o virtuale) di tutte le proteine presenti in banca dati. Il risultato ottenuto in uscita dalla banca dati è una lista di proteine probabili a ciascuna delle quali viene assegnato un punteggio sulla base della copertura raggiunta dopo il match tra le masse sperimentali e le masse teoriche. Il vantaggio del metodo consiste nella possibilità di identificare una proteina senza determinarne la sequenza amminoacidica, ma semplicemente conoscendo le masse dei peptidi ottenuti per proteolisi. È evidente che, sebbene semplice, sensibile e rapida, questa procedura analitica presenta alcuni punti deboli. Infatti, per avere un'identificazione certa, innanzitutto la proteina deve essere stata sequenziata e deve essere presente in banca dati. Inoltre, almeno il 40% della sequenza della proteina da individuare deve correlare significativamente con il set dei valori *m/z* sperimentali. Gli spettri MALDI relativi al digerito triptico del fregio blu e del fregio rosso sono riportati in Figura 2.

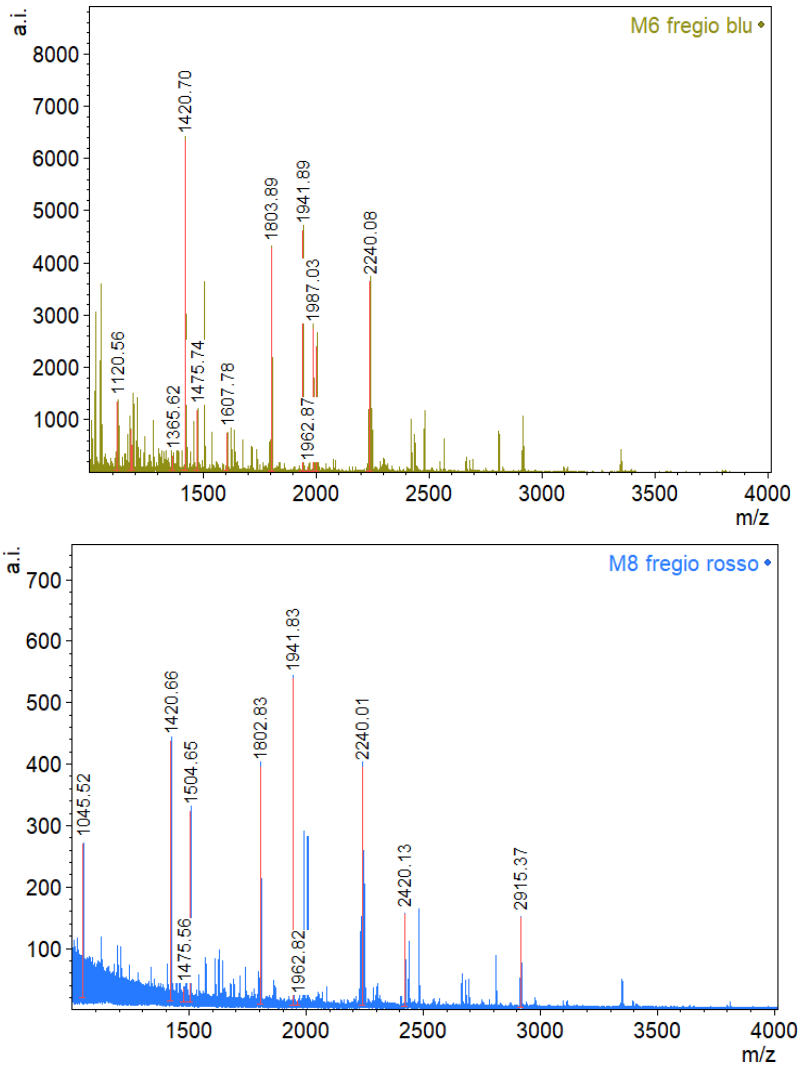


Figura 2. Spettri di massa MALDI-ToF-MS relativi al digerito triptico derivante dalla frazione proteica del fregio blu (in alto) e rosso (in basso).

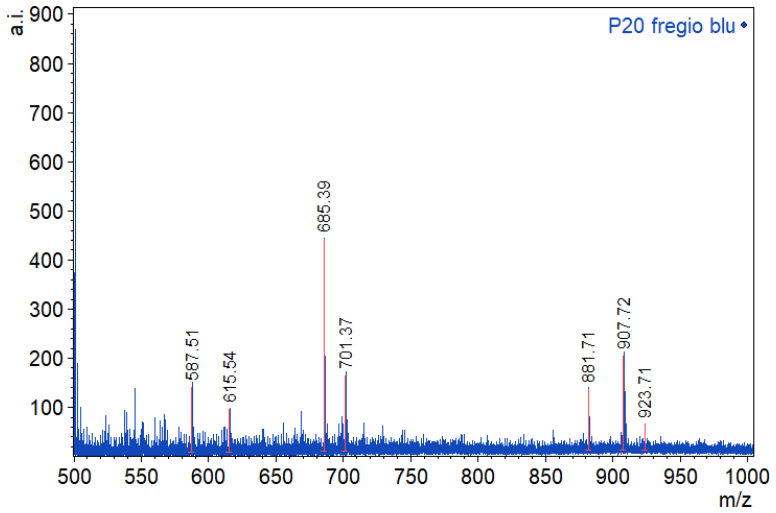
Tutti i valori *m/z* letti negli spettri di massa MALDI-ToF vengono inseriti nella banca dati *(www.expasy.org)* e confrontati con le proteine in esse presenti. Tale ricerca non ha fornito buoni risultati in quanto la maggior parte dei segnali sono stati riconosciuti come cheratine derivanti da interferenze o manipolazione del campione e tripsina indicando che la concentrazione della parte proteica è molto bassa. Inoltre, il basso riconoscimento potrebbe essere dovuto al fatto che le proteine nel campione reale, a seguito di processi di invecchiamento, si sono modificate in termini di funzionalità presenti (per reazioni di ossidazione, deammidazione, cleavage) e quindi potrebbero avere delle sequenze peptidiche diverse dalle proteine di partenza [7]. Si è quindi proceduto

con una validazione manuale confrontando i rapporti *m/z* con quelli ottenuti in precedenti studi di letteratura sulla frazione proteica [1, 8-10].
Il confronto manuale ha permesso di riconoscere i peptidi riportati in tabella 1 appartenenti alle vitellogenine suggerendo la presenza di rosso d'uovo come legante proteico e due peptidi che potrebbero essere generati dal collagene che potrebbe provenire da frammenti relativi alla preparazione sottostante lo strato pittorico. Dalla tabella si vede come un maggior numero di peptidi siano stati osservati nel digerito triptico del fregio blu, mentre per il fregio rosso non risulta presente il legante uovo. In quest'ultimo sono però rivelati due peptidi del collagene confermando che potrebbe trattarsi dello strato di preparazione.

Tabella 1. Peptidi identificati per la frazione proteica dei frammenti analizzati

***m/z* osservato**	**Blu**	**Rosso**	**Proteina**	**Sequenza**
1179.58	x		Vitellogenina 2	FLEVVQLCR + 1 ox
1179.62	x		Vitellogenina 2	RILGIDSMFK
1365.72	x		Vitellogenina 1	VPGVTLYYQGLR
1607.90	x		Vitellogenina 2	RILGIDSMFKVANK + 1 ox
1475.72	x	x	Collagene alfa-1 (I)	GSAGPPGATGFPGAAGR+ 3 ox
1962.97	x	x	Collagene alfa-1 (I)	GEPGPAGLPGPPGERGGPGSR+ 4 ox

Analisi della frazione lipidica
Grazie al protocollo di trattamento impiegato [1] sono state caratterizzate anche le componenti lipidiche e gli spettri MALDI relativi ad entrambi i campioni sono riportati in Figura 3. Studi precedenti condotti dal gruppo di ricerca [10] su standard hanno messo in evidenza come notevoli cambiamenti intercorrono nella componente lipidica durante il suo invecchiamento. Per esempio, si è valutato come lo spettro MALDI di uno stesso campione di olio di lino fresco si modifichi se invecchiato un anno senza e con biacca come pigmento. Infatti, nello spettro del campione fresco si osservano tipicamente numerosi segnali derivanti dai trigliceridi (TAG) intatti i cui rapporti *m/z* sono concordi con i dati riportati in letteratura [11]. I TAG tipici dell'olio di lino sono elencati in Tabella 2 e sono identificati dagli acidi grassi che li compongono, indicati con le lettere Ln = acido linolenico, L = acido linoleico, O = acido oleico, P = acido palmitico, S = acido stearico. Non è possibile attribuire una formula di struttura univoca ad ogni massa, in quanto diverse combinazioni degli acidi grassi sono possibili ed associabili allo stesso *m/z*, quindi vengono fornite delle "probabili attribuzioni".



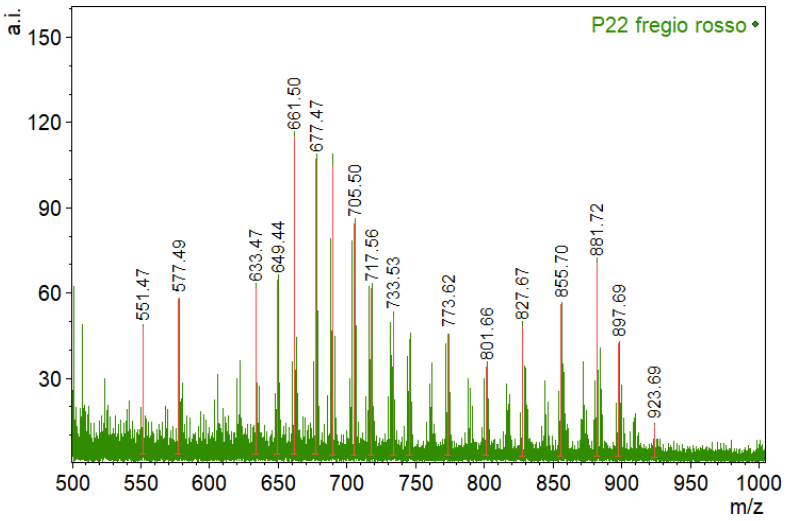


Figura 3. Spettri di massa MALDI-ToF-MS relativi alla frazione lipidica estratta dal fregio blu (in alto) e rosso (in basso).

Tabella 2. Masse dei TAG sodiati osservati tipicamente negli spettri di massa MALDI-ToF degli oli di lino.

m/z	**TAG sodiati**
873.69	PLnLn
895.68	LnLnLn
897.72	LLnLn
899.73	LLLn
901.72	LLL (SLnLn)
903.80	OLL (SLLn)

Con l'invecchiamento, invece, avvengono due cambiamenti principali: in primo luogo l'abbondanza dei TAG più insaturi diminuisce rispetto a quelli meno insaturi e il numero medio di insaturazioni per ogni TAG si riduce; in secondo luogo si osservano *cluster* di picchi con valori di *m/z* incrementato di 16 Da dovuti a componenti ossidate [12]. La notevole riduzione dei TAG contenenti acido linoleico e linolenico indica come essi siano coinvolti nel processo di essiccamento ed ingiallimento dell'olio. Inoltre, la degradazione a carico del campione appare particolarmente significativa se miscelato coi pigmenti; l'essiccamento del film implica processi di ossidazione e cambiamenti notevoli della composizione dei TAG dell'olio, con la completa scomparsa degli acidi grassi insaturi. Infatti, si nota la soppressione dei picchi relativi alle componenti insature LnLnLn (895.68 Da), LLnLn (897.69 Da), LLLn (899.73 Da), LLL (901.73 Da), OLL (903.72 Da) e l'aumento relativo dei composti più saturi, in particolare a *m/z* 907.72 (OOO), ma anche a *m/z* 909.75 (SSL o SOO). Inoltre, possono comparire segnali inizialmente assenti nel campione fresco come *m/z* 881.69 (POO), mentre i picchi a *m/z* 897.72 e 913.66 potrebbero essere attribuiti a POO monoossidato e bi-ossidato, rispettivamente. Altre componenti mono- o bi-ossidate sono presenti a *m/z* 923.69 e *m/z* 939.67, corrispondenti a +16 Da e +32 Da rispetto al picco a *m/z* 907.72 (OOO).
Confrontando questi dati con i picchi presenti negli spettri dei due campioni storici si osservano molti segnali in comune con lo standard invecchiato di olio di lino come per esempio i segnali a *m/z* 907.72 (OOO), 881.72 (POO) assieme a valori a *m/z* più bassi probabilmente dovuti a sottoprodotti di scissione delle catene laterali come gli ioni a *m/z* 685.39 e 701.37. Questi prodotti a catena corta, generati per ossidazione dei trigliceridi intatti, danno segnali in un range di massa tra 600 e 700 *m/z* [10]. Inoltre, poiché è nota la grande influenza che può avere il pigmento nei processi di degrado dei lipidi, l'intensità delle forme ossidate o degradate osservata nei due casi potrebbe essere influenzata dal pigmento presente [4, 10] e in questo caso il pigmento rosso risulta più aggressivo rispetto al blu, a parità di età del campione.

Analisi non distruttiva ATR-IR dei frammenti
Nella Figura 4 si riporta lo spettro IR acquisito sul campione fregio blu. Purtroppo, su tale campione i picchi più significativi sono ascrivibili a tipici additivanti come la calcite. L'attribuzione è stata fatta per confronto con uno spettro disponibile in banca dati realizzata dal gruppo di S. Vahur (http://lisa.chem.ut.ee/IR_spectra/) [3].

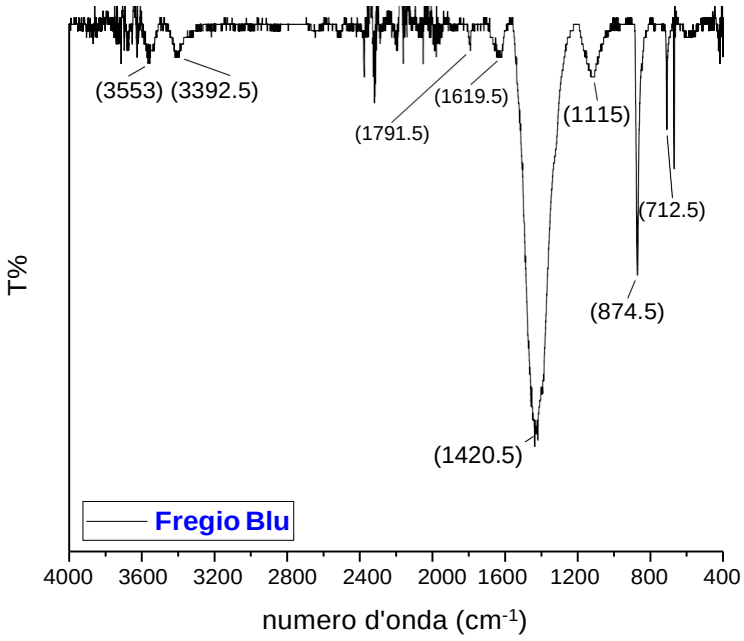


Figura 4. Spettro FTIR acquisito su fregio blu.

Non sono stati individuati segnali specifici relativi ai leganti utilizzati, probabilmente a causa di più fattori tra cui l'eccessiva rugosità del frammento (limitante l'area effettiva di contatto tra campione e prisma ATR) e l'effettivo contenuto delle specie suddette nei primi micrometri.
Più interessante risulta il caso del fregio rosso su cui sono stati individuati vari segnali che possono essere attribuiti ai leganti impiegati. In Figura 5 è presentato lo spettro FTIR acquisito su tale campione.

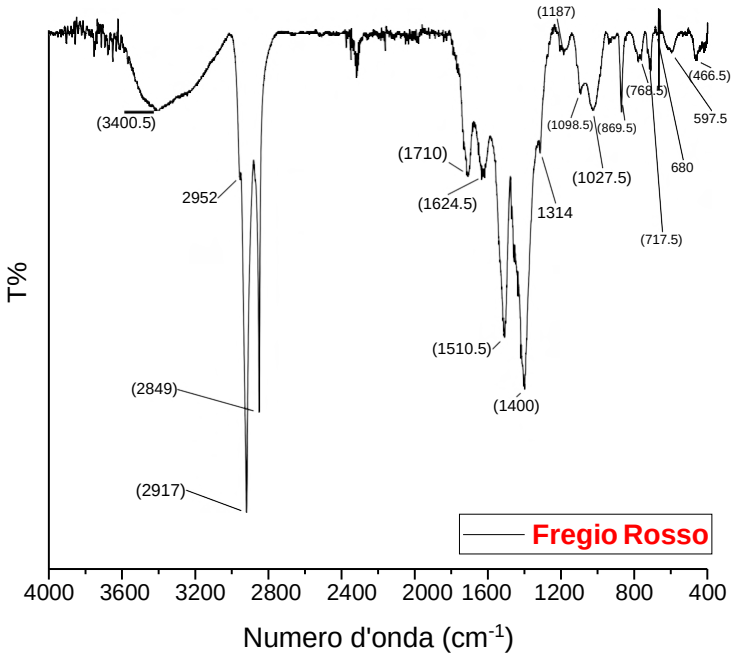


Figura 5. Spettro IR acquisito su fregio rosso.

I segnali più intensi nella regione attorno a 2959-2850 cm^{-1} (relativi a stretching dei gruppi CH_2 e CH_3) sono ascrivibili a leganti di natura lipidica per l'elevata presenza di tali funzionalità in questa classe di sostanze. Inoltre, la presenza di una banda particolarmente slargata a 3400 cm^{-1} è indicativa dell'invecchiamento e degradazione (ossidazione) a carico dei trigliceridi in quanto ascrivibile a stretching di ossidrili alcolici e/o

funzionalità perossidiche come riportato per l'olio di lino già per solo essiccamento [2]. Tale evidenza è ulteriormente confermata dalla presenza di un picco abbastanza definito a 1710 cm^{-1}, ascrivibile ad acidi grassi liberi. Tale risultato è in accordo con i dati ottenuti mediante analisi MALDI della frazione lipidica. D'altro canto, la presenza di componenti proteiche relative all'uso di una tempera d'uovo non può essere esclusa poiché è presente un segnale a circa 1625 cm^{-1} compatibile con lo stretching C=O di legami ammidici (Ammide I). A tale segnale è sempre accoppiato il segnale dell'Ammide II corrispondente a stretching N-H di legami ammidici. Quest'ultimo, in genere presente attorno a 1540 cm^{-1}, è comunque meno intenso del primo per cui il loro rapporto d'intensità I_{AII}/I_{AI} deve essere inferiore ad 1. Quando tale rapporto non è verificato e vi è un'inversione, come nel caso riportato in Figura 5, deve essere considerato un ulteriore contributo per il picco particolarmente intenso a 1510 cm^{-1}. Infatti, è riportato in letteratura che carbossilati di metalli si formano per interazione e invecchiamento di pigmenti a contatto con i leganti di questa natura. In particolare, pigmenti rossi a base di piombo (come il minio) danno luogo a formazione di carbossilati di piombo (annoverabili tra i cosiddetti "*metal soaps*") con segnali attorno a 1510 e 1400 cm^{-1} (come in Figura 5). Simili risultati sono stati ottenuti in [4]. Tale evidenza corrobora l'ipotesi che il fregio sia stato realizzato impiegando rosso minio, sebbene non sia stato possibile individuare in maniera univoca il/i pigmento/i del fregio poiché la zona IR "*fingerprint*" per pigmenti inorganici cade nel lontano IR (500-80 cm^{-1}) [13] e non è investigabile con lo strumento utilizzato nel presente lavoro.

In conclusione, questo contributo suggerisce come un approccio multi-tecnica sia essenziale per una valutazione delle componenti di uno strato pittorico nonché della sua degradazione/modifica nel tempo. In particolare, sono stati presi in esame due frammenti provenienti da fregi policromi del portale (oggetto di restauro) di una chiesa sita in Bari combinando un approccio micro-distruttivo mediante MALDI-ToF-MS sulla componente organica ad un'analisi spettroscopica ATR-FTIR capace di fornire informazioni anche sulle interazioni pigmento/legante. Se, da un lato, l'analisi MALDI ha suggerito che il legante utilizzato per il frammento fregio blu è costituito da una miscela di olio di lino con tuorlo nota anche come tempera grassa mentre per il frammento relativo al fregio rosso sembra essere stato usato solo l'olio di lino, dall'altro la caratterizzazione IR, con qualche limite, ha dato indicazioni circa la natura del pigmento impiegato e della sua influenza sul degrado del manufatto. Gli studi proseguiranno per migliorare ed implementare la procedura analitica proposta nonché per applicarla anche ad altri casi di interesse.

RINGRAZIAMENTI

Nell'ambito dell'intervento di restauro del portale lapideo si ringrazia il prof. Rocco Laviano, coordinatore del Corso di Studi in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali del Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro.

BIBLIOGRAFIA

[1] Van der Werf, I.D., Calvano, C.D, Palmisano, F., Sabbatini, L. Analytica Chimica Acta 2012; 718: 1-10.
[2] Van der Weerd, J., van Loon, A., Boon, J.J. Studies in Conservation 2005; 50 (1): 3-22.
[3] Vahur, S., Teearu, A., Peets, P., Joosu, L., Leito, I. Anal. Bioanal. Chem. 2016; 408: 3373–3379.
[4] Mazzeo, R., Prati, S., Quaranta, M., Joseph, E., Kendix, E., Galeotti, M. Anal. Bioanal. Chem. 2008; 392: 65-76.
[5] Colombini, M.P., Modugno, F. Organic materials in art and archaeology. In: Colombini M.P., Modugno F., editors. Organic mass spectrometry in art and archaeology. New York: Wiley; 2009. p. 3–36.
[6] Pięta, E., Olszewska-Świetlik, J., Paluszkiewicz, C., Zając, A., Kwiatek, W.M. Vibrational Spectroscopy 2019; 103: 102928.
[7] Romero-Pastor, J., Navas, N., Kuckova, S., Rodriguez-Navarro, A., Cardell, C. Mass Spectrometry 2012; 47: 322-330.
[8] Kuckova, S, Hynek, R., Kodicek, M. Analytical and Bioanalytical Chemistry 2007; 388: 201-206.
[9] Fremout, W., Kuckova, S., Crhova, M., Sanyova, J., Saverwyns, S., Hynek, R., Kodicek, M., Krist, S., Stuebiger, G., Bail, S., Unterweger, H. J. Agric. Food Chem. 2006; 54: 6385-6389.
[10] Calvano, C. D., van der Werf, I.D., Palmisano, F., Sabbatini, L. Analytical and Bioanalytical Chemistry 2011; 400: 2229-2240.
[11] Ayorinde, F.O., Eribo, B.E., Balan, K.V., Johnson Jr, J.H., Wan, L.W., Rapid Communications in Mass Spectrometry 1999; 13: 937-942.
[12] Van der Brink, O.F., Boon, J.J., O'Connor, P.B., Duursma M.C., Heeren, R.M.A. Journal of Mass Spectrometry 2001; 36: 479-492.
[13] Vahur, S., Knuutinen, U., Leito, I. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 2009; 73: 764–771.

CONSERVAZIONE PREVENTIVA

RESTAURO PREVENTIVO E TERMOGRAFIA
CENNI METODOLOGICI PER UNA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA

Cesare Crova*, Francesco Miraglia**

*Architetto PhD, Istituto Centrale per il Restauro, via di S. Michele n. 25, 00153, Roma
+39 3394588513, cesare.crova@beniculturali.it
** Architetto PhD, Università della Campania "Luigi Vanvitelli", via S. Lorenzo, 81030, Aversa
+ 39 3476202096, francescomiraglia@gmail.com

Abstract

Cesare Brandi, nel corso delle lezioni tenute all'ICR che, raccolte e sistematizzate, diventeranno la *Teoria del restauro*, introduce il concetto di *Restauro preventivo*, inteso come tutela, rimozione dei pericoli e assicurazione di condizioni favorevoli del patrimonio culturale. Per questo è necessario esaminare l'opera d'arte, il bene culturale in senso più ampio, riguardo lo stato di conservazione della materia costituente; segue che questa indagine si ponga come metodologia filologica e scientifica.
Le misure di prevenzione, implicite in questo concetto, non sono di minore entità rispetto a quelle richieste dal restauro di un bene culturale, che spesso confliggono con la mentalità secondo la quale un atto siffatto debba essere realizzato in situazioni di estrema urgenza. Il restauro preventivo è, in realtà, più necessario di uno tradizionale, perché atto ad impedire quest'ultimo.
Il restauro preventivo rientra nella sfera della conservazione preventiva e programmata, intesa quale strategia di medio-lungo termine, che pone l'integrazione delle attività di conservazione alla base di un'efficace gestione del bene culturale. Si tratta di una sorta di rovesciamento del restauro tradizionalmente inteso, al quale Giovanni Urbani diede il nome di conservazione programmata: una strategia complessa, che riunisce la mitigazione dei rischi di grande scala ad un'accurata organizzazione delle attività quotidiane. È la capacità di vedere i beni culturali nel tempo e governarne le trasformazioni, programmando interventi per la conservazione delle fabbriche, preservandole con operazioni minime, non invasive ed economiche, da interventi più importanti e cruenti che spesso si connotano nel restauro.
Le pratiche della conservazione preventiva e programmata si pongono, perciò, come un passaggio strategico per preservare il patrimonio architettonico e garantirne la perpetuazione in un'ottica di compatibilità. Al suo interno si colloca la manutenzione programmata, intesa quale complesso di attività idonee a limitare le situazioni di rischio connesse al bene culturale nel suo contesto, da attuare "caso per caso" e non secondo schemi preordinati.
In questo contesto di studio e di applicazioni operative, ben si inserisce la termografia che, come è noto in letteratura, appartiene al novero degli strumenti diagnostici non invasivi. Essa ha trovato, soprattutto negli ultimi anni, interessanti applicazioni anche e soprattutto nel campo del restauro, offrendo agli operatori del settore strumenti sempre più precisi e maneggevoli, nonché economici con un sensibile abbattimento dei costi.
La termografia consente di elaborare e analizzare immagini acquisite nel campo dell'infrarosso senza danneggiare l'oggetto indagato. Questa innovativa tecnica permette, tra le tante opportunità scientifiche, di individuare con facilità e precisione le patologie di degrado di una struttura ed è uno strumento valido nella fase della ricognizione periodica prevista nel progetto di manutenzione programmata, successivo a quello di restauro, delineando lo stato di conservazione e la qualità dell'intervento realizzato.
Il presente contributo ha lo scopo di dimostrare, attraverso la presentazione di un caso studio, come la corretta applicazione di questa indagine diagnostica rientri nel novero delle attività utili alle azioni previste dalla conservazione preventiva e programmata, riducendo tempi e costi a favore si uno snellimento delle attività di manutenzione.

Introduzione

La conservazione programmata è una procedura innovativa, pensata come passaggio dal "restauro", inteso quale evento, alla "conservazione", come processo di lungo periodo. Essa è qualcosa di più della manutenzione e del monitoraggio: è una strategia complessa, che riunisce la mitigazione dei rischi di grande scala ad un'accurata organizzazione delle attività quotidiane. Attuarla significa creare un nuovo scenario, ponendo questioni sulle strategie e sui nessi tra le attività conservative e i processi di sviluppo locale, dai risvolti economici alle relazioni tra conservazione e valorizzazione [1]. È la capacità di vedere i beni culturali nel tempo e governarne le trasformazioni, programmando interventi per la conservazione delle fabbriche, preservandole con operazioni minime, non invasive ed economiche, da interventi più importanti e invasivi che si connotano nel restauro. Le pratiche della conservazione preventiva e programmata si pongono, perciò, come un passaggio strategico per preservare il patrimonio architettonico e garantirne la perpetuazione in un'ottica di compatibilità [2].

Sono attività da calibrare in funzione dell'oggetto sul quale si interviene, in modo attento ed esclusivo. Invece, spesso osserviamo come il piano di manutenzione programmata segua schemi standardizzati, resi anonimi da programmi informatici preconfezionati, in cui inserire dati, uniformando operazioni che viceversa richiedono un'attenta definizione e pianificazione in funzione dell'oggetto, dei materiali, del contesto ambientale, del clima e di tutti quei fattori che condizionano la conservazione dell'architettura, sia storica che contemporanea.
Già nell'antichità, imperatori come Valentiniano, Graziano, Arcadio e Onorio, parlavano di manutenzione, favorendo riduzioni delle tasse per chi la realizzasse su edifici pubblici; Leon Battista Alberti affermava che ci dovessero essere uomini addetti alla tutela delle opere pubbliche e ancora Carlo Borromeo dettava regole essenziali per la salvaguardia degli edifici storici [3]. Nell'Ottocento, John Ruskin afferma che un'attività di manutenzione leggera e costante dovesse prevalere su quella distruttiva del restauro [4]; concetto ripreso, alla fine del secolo, da Camillo Boito, nel manifesto del restauro filologico, per il quale il "mantenimento" deve sempre prevenire questa triste necessità. Nel Novecento, Cesare Brandi parla di Restauro preventivo, inteso come tutela, rimozione dei pericoli e assicurazione di condizioni favorevoli, le quali perché siano effettive è necessario siano esaminate; segue che l'indagine che ne discende si ponga come metodologia filologica e scientifica [5].
In quegli anni si è espresso anche Roberto Pane, per il quale la continuità della manutenzione sull'opera d'arte avrebbe ridotto gli interventi del restauratore, consentendo che questi fossero parziali e distanziati nel tempo e non consistessero nel rifacimento di vaste parti che il lungo abbandono aveva cancellato o reso vaghe e incerte [6]. Si arriva alla fine degli anni Settanta del XX secolo, in cui si parla di "Conservazione programmata", nel lavoro condotto dall'Istituto Centrale del Restauro che prende il nome di "Piano Pilota per la conservazione dei beni culturali in Umbria", diretto da Giovanni Urbani, dove è posto per la prima volta in termini organici, il problema dei processi più congrui per la duratura conservazione delle opere d'arte; egli evolve il concetto brandiano di restauro preventivo, declinato in quello di Conservazione programmata, che sottende quelle misure periodiche preventive atte a mantenere costante e bassa la velocità di deterioramento dei materiali antichi [7].
Giovanni Urbani afferma che la proposta derivante dal progetto suggeriva che, invece di restauratori, le nuove scuole provvedessero a formare gli addetti alla manutenzione, tecnici capaci di realizzare tutte quelle misure preventive mediante cui è possibile contrastare, o quanto meno rallentare efficacemente, i processi di deterioramento dei vari tipi di strutture e dei materiali costitutivi delle principali classi di beni. La conservazione preventiva e programmata è una strategia di medio-lungo periodo, che pone l'integrazione delle attività di conservazione e valorizzazione alla base di un'efficace gestione del bene culturale. È orientata alla prevenzione e alla cura costante del patrimonio culturale ed è un articolato processo di produzione di nuova conoscenza e di stratificazione di informazioni, che necessita di strumenti di gestione dei dati e di programmazione delle attività [8]. Di manutenzione si parla anche nelle Carte del Restauro, così in quella italiana del 1932, promulgata dal Consiglio Superiore per le Antichità e le Belle Arti, presso il Ministero della Pubblica Istruzione, che può essere considerata la prima direttiva ufficiale dello Stato Italiano in materia di restauro. Al punto 1) essa afferma che "al di sopra di ogni altro intento debba la massima importanza attribuirsi alle cure assidue di manutenzione alle opere di consolidamento, volte a dare nuovamente al monumento, la resistenza e la durevolezza tolta dalle menomazioni o dalle disgregazioni" [9]. In seguito, nella Carta di Venezia del 1964, all'articolo 4 si precisa che "La conservazione dei monumenti impone anzitutto una manutenzione sistematica" e ancora nella Carta Italiana del Restauro del 1972, la Circolare 6 aprile n. 117 del Ministero della Pubblica Istruzione all'Allegato b) - Istruzioni per la condotta dei restauri architettonici, afferma che "le opere di manutenzione tempestivamente eseguite assicurano lunga vita ai monumenti, evitando l'aggravarsi dei danni, [raccomandando] la maggiore cura possibile nella continua sorveglianza degli immobili per i provvedimenti di carattere preventivo, anche al fine di evitare interventi di maggiore ampiezza" [10]. A livello internazionale, nella Carta Europea del Patrimonio Architettonico, firmata ad Amsterdam (1975) sulla Conservazione integrata, si precisa che "La conservazione integrata è il risultato dell'uso congiunto della tecnica del restauro e della ricerca di funzioni appropriate. La manutenzione ed il restauro degli elementi del patrimonio architettonico debbono potersi avvalere di ogni aiuto ed incentivo finanziario, inclusi gli strumenti fiscali" [11]. Nella successiva Carta di Cracovia (2000), emanata in occasione dell'anno internazionale dell'architettura, quando la Comunità europea promulgò un nuovo documento dal titolo "Principi per la conservazione ed il restauro del patrimonio costruito", si afferma che "La conservazione può essere attuata attraverso differenti modalità di intervento come il controllo ambientale, la manutenzione, la riparazione, il restauro, il rinnovamento e la ristrutturazione", dove la manutenzione è una parte fondamentale del processo di conservazione [12] (C.C).

Metodologia operativa

La conservazione del patrimonio architettonico è divenuta, nel tempo, anche un obiettivo primario delle pubbliche amministrazioni, come indicato dalla legge 11 febbraio 1994, n. 109 "Legge quadro in materia di lavori pubblici". Essa definiva prioritaria la manutenzione (articolo 14, comma 3), disponendo, quale elemento di novità, che la sua pianificazione fosse prevista in un documento complementare al progetto esecutivo (articolo

16, comma 5). Il concetto è stato ripreso nel Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE", dove ampio spazio è dedicato al piano di manutenzione dell'opera (articolo 24 dell'Allegato XXI), che prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione dell'intervento. Tutto ciò finalizzato a conservare nel tempo funzionalità, caratteristiche di qualità, efficienza e valore economico del manufatto, articolando il piano in tre diversi documenti: il manuale d'uso, il manuale di manutenzione e il programma di manutenzione. Filosofia operativa ripresa anche dalla vigente normativa sui lavori pubblici, esplicitata nel Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 "Codice dei contratti pubblici", che la prevede all'articolo 23.

In questa sede si ribadisce, sulla scorta di quanto asserito, che una corretta proposta di conservazione dell'opera non può prescindere da un piano di manutenzione programmata che individui luoghi, tecniche, modalità di controllo e intervento nel tempo, specificando i cicli manutentivi e la loro frequenza, ottimizzando impegni e costi. Deve essere così prevista una ricognizione periodica per verificare la possibile formazione di fenomeni patologici, delineando eventuali interventi e loro priorità. In questo modo una manutenzione calibrata e continua verrà progressivamente a sostituirsi al restauro, molte volte indispensabile e traumatico, restringendolo a casi eccezionali.

Essa estende il concetto a quello di prevenzione, al fine di garantire tutte le attività mirate a salvaguardare il monumento e il contesto ambientale nel quale si inserisce, anticipando possibili criticità e alterazioni. La manutenzione non va considerata alla mercé degli interventi di conservazione, di questi parte complementare, che inizia solo dopo che si termina il restauro. Piuttosto, dovrebbe essere vista come un'attività indipendente, realizzata attraverso una serie congiunta di azioni e analisi mirate, che favorisca la prevenzione dal danno. Solo così si potranno rallentare i fenomeni di deterioramento del bene culturale, arrivando a definire i contenuti di un protocollo che passi da interventi di restauro, spesso ostentati, occasionali e isolati, ad un'attività di manutenzione programmata, costante, regolare e discreta [13].

La manutenzione va letta anche nella sua accezione di controllo preventivo e di verifica delle condizioni di un monumento e del suo contesto. Prendendo spunto dalle felici intuizioni di Giovanni Urbani, la conservazione programmata dovrà rivolgersi sempre, prima che verso i singoli beni, verso l'ambiente che li contiene e dal quale provengono le possibili cause di deterioramento. L'obiettivo è perciò il controllo di queste cause, per rallentare i processi di alterazione, intervenendo con trattamenti manutentivi appropriati. Il programma di manutenzione/prevenzione, dunque, stabilisce le modalità e la tempistica dei controlli, assicurando che le operazioni avvengano in tempo utile e in modo efficace, suggerendo gli accertamenti e i tempi delle verifiche [14]. Esso prevede la necessità di eseguire operazioni di controllo nell'ambito della conservazione, da effettuarsi in tempi cadenzati e programmati, individuando luoghi, tecniche, modalità di controllo e intervento nel tempo, specificando i cicli, la loro frequenza e il riferimento a componenti tecnologiche, così da ottimizzare costi e impegni.

Si deve perciò valutare la complessità dei dati da prendere in considerazione, prevedendo come il manufatto si comporterà nel tempo, osservate anche le conoscenze, talvolta limitate, sulla durabilità dei prodotti utilizzati negli interventi conservativi. Un ausilio prezioso potrà essere fornito dalle conoscenze acquisite da precedenti interventi e da controlli periodici da eseguire in zone critiche. Va considerato, inoltre, lo stretto rapporto tra il sistema di manutenzione e il sistema informativo sulle caratteristiche del manufatto, integrando la Carta del Rischio, prodotto di sintesi del Sistema Informativo Territoriale (SIT) realizzato a sostegno di quella linea metodologica che, per la conservazione del patrimonio storico, artistico e monumentale, propone di affiancare all'attività di restauro quella di prevenzione.

La Carta del Rischio è la derivazione del citato "Piano Pilota per la Conservazione Programmata dei beni culturali in Umbria" [15] e va considerata come il sistema informativo che permette di determinare, utilizzando lo stesso "metro", il livello di vulnerabilità di un bene, di conoscere l'intensità e la distribuzione per l'intero territorio del rischio di perdita e, soprattutto, di valutare in che modo questa mappa possa variare in relazione alle modificazioni indotte sia da interventi programmati e programmabili che dal possibile verificarsi di eventi naturali [16]. Le schede proposte costituiscono un dossier conservativo dell'edificio, durevole nel tempo, aggiornabile e utilizzabile per verifiche successive.

Le suddette schede, contestualizzate negli appalti pubblici, possono identificarsi con il consuntivo scientifico: cosa è stato fatto nella realtà e di cui resta la testimonianza, rispetto alle previsioni iniziali di perizia. La finalità è perciò definire un cantiere di ricognizione diretta, *in situ*, e indiretta, che attraverso la lettura della documentazione storica e delle indagini effettuate, permetta di delineare un concreto programma di verifica periodica. Il protocollo di manutenzione prevede, nel tempo, operazioni minime di risarcimento e conservazione della materia, con eventuale uso di tecniche di reimpiego e anche di interventi più complessi; ciò, ovviamente, senza giungere al paradosso di portare a cambiamenti radicali trasformando il monumento, ma limitandosi a interventi di modesta entità, minimi e calibrati [17]. I controlli dovranno avvenire secondo le modalità e i tempi studiati per la tipologia di intervento.

La manutenzione ha carattere minuto e frequente e può essere delegata all'utente del patrimonio storico, configurando una sorta di "autotutela", da svolgere da parte di chi fruisce quotidianamente il "sistema edificio" e

il "sistema ambiente", il cui monitoraggio continuo diventi una componente importante e imprescindibile della conservazione (D.M. 26 maggio 2006, n. 86 "Regolamento concernente la definizione dei profili di competenza dei restauratori"; Circolare MiBAC 12 agosto 2009, n. 35 "Disciplina transitoria degli operatori di restauro. Linee guida applicative"). Sulla base delle considerazioni fin qui espresse, è stato delineato un programma che interessa la torre del Monte di Scauri e il suo contesto ambientale.
Al suo interno un ruolo importante lo riveste la termografia, indagine non invasiva di verifica delle scelte progettuali realizzate, che può supportare efficacemente le operazioni qui delineate. Questa permette, con l'uso della termocamera, di verificare in particolare lo stato di conservazione dell'intonaco e delle malte di restauro e le loro risposte nel tempo, a seconda dei materiali impiegati, delineando anche le tempistiche con le quali l'indagine termografica risulti più efficace. In particolare, ricognizioni di questo tipo dovranno essere condotte da un architetto specializzato in restauro dei monumenti, coadiuvato dal responsabile dell'impresa che si occupa della manutenzione ed eventualmente da un restauratore specializzato, la cui figura è definita dall'articolo 29 del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e dal successivo regolamento, che ne chiarisce i profili di competenza. Lo stesso articolo 29 costituisce un tassello innovativo, perché per la prima volta nelle leggi di tutela italiane sono stati introdotti i termini di prevenzione e manutenzione. Si tratta del riferimento normativo che individua univocamente il significato di Conservazione, la quale deve essere "assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro" (comma 1).
Nei commi seguenti vengono altresì indicate le definizioni delle attività conservative ed emerge che la manutenzione deve essere intesa come "il complesso delle attività e degli interventi destinati al controllo delle condizioni del bene culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del bene e delle sue parti" [18] (C.C.).

Termografia: cenni tecnico-scientifici

Le moderne tecnologie consentono di controllare gli esiti di un progetto in poco tempo e senza particolari difficoltà. Ad esempio, con l'indagine termografica si possono verificare nel tempo e mappare le eventuali alterazioni post intervento su una struttura. La termografia consente di acquisire immagini nel campo dell'infrarosso senza alcun contatto con l'oggetto indagato. Questo avviene perché, se eccitati termicamente, materiali differenti consegnano radiazioni all'infrarosso diverse: la termocamera, mediante l'utilizzo di sensori, le trasforma in immagini e le rende distinguibili dall'occhio umano ricorrendo all'utilizzo di falsi colori. Risultato finale è il termogramma, sotto forma di immagine o video, in formato digitale. I rilievi vanno condotti in una fascia oraria in cui i materiali cominciano a rilasciare il calore assorbito.
Questo interessante percorso, assicurando il controllo nel tempo dei dati acquisiti, ne fa comprendere ogni variazione, restituendo informazioni utili riguardo lo stato di conservazione dell'edificio sul quale è stato realizzato l'intervento. Come si è detto, dopo la conclusione dei lavori, la normativa prescrive il piano di manutenzione, che prevede attività di controllo organizzate nel tempo. La creazione di questo programma di verifica cerca di conservare, dunque, funzionalità, qualità ed efficienza della struttura, salvaguardandone anche il valore economico.
L'uso della termografia, in questo contesto operativo, può essere inserito in un percorso di verifica "step by step", affiancato da altri strumenti di indagine non invasiva, come l'analisi igrometrica. L'indagine termografica serve a controllare le variazioni delle condizioni dei materiali. Un passaggio fondamentale, sotto questo profilo, è certamente la creazione di un database in cui inserire i dati dei vari controlli effettuati. La termografia ben si presta a questa metodologia operativa, perché permette di registrare facilmente e con precisione le variazioni di temperatura. Altri strumenti diagnostici non invasivi, ma diversi, come quelli sonici o ultrasonici o il pacometro, non garantiscono l'accuratezza nel suddetto controllo "step by step", che invece si può attuare facilmente con la termocamera.
Le variazioni termiche dei materiali, infatti, consentono di verificare patologie di degrado soggette a peggioramento nel tempo, come efflorescenza, lacuna, mancanza o distacco. Altresì, all'interno di ogni termogramma (il risultato di un'analisi termografica) si può analizzare la risposta termica di ogni singola porzione della superficie oggetto di indagine. Le caratteristiche scientifiche dell'analisi termografica permettono di organizzare, analizzare e comparare facilmente tantissime informazioni in progresso di tempo. Il database così ottenuto potrà rappresentare una fonte da cui attingere per controllare la tenuta dei lavori. Questi dati potranno essere messi a disposizione per altri interventi, creando buone prassi da utilizzare in futuro. Con l'utilizzo di software di post elaborazione e reporting sarà anche possibile realizzare video termografici, per osservare più concretamente la variazione delle temperature.
In sostanza, la termografia per il restauro consente di indagare le condizioni di una struttura secondo due percorsi cognitivi: 1) l'analisi del degrado della materia; 2) l'analisi stratigrafica. Volgendo in questa sede la nostra attenzione al primo, ha interesse considerare come la mappatura delle patologie di degrado possa essere utile nella comprensione della validità del piano di manutenzione (F.M.).

La termografia e il Piano di manutenzione programmata. Un caso studio: la torre del Monte di Scauri

Nel complesso delle architetture indagate si è preso a riferimento il progetto di manutenzione della Torre del Monte di Scauri (Figg. 1-3), dove l'uso della termografia interessa l'analisi degli esiti – sul medio periodo – dei lavori di restauro, a dodici anni dall'intervento.
La torre di Scauri è collocata in ambiente marino, soggetto a fattori aggressivi di tipo chimico (umidità), fisico (escursioni termiche, piovosità), meccanico (azione del vento, vegetazione infestante). Questa particolare collocazione, dunque, la rende sensibilmente vulnerabile. Ai predetti fattori si aggiunge il suo stato di semi-rudero, lasciato tale in ossequio alla necessità culturale di non alterarne le stratificazioni, non ultimi i parziali crolli. Ne deriva che essa si presti ad un monitoraggio attento e articolato, che tenga nel dovuto conto ogni minima variazione dello stato dei luoghi post intervento.
Il protocollo di manutenzione ha previsto: 1) Quattro ispezioni stagionali con esame visivo e piccoli prelievi, per accertare l'eventuale presenza di nuovi fenomeni di degrado, quali la decoesione del materiale lapideo, la formazione delle colonie biologiche, il distacco degli elementi di finitura. 2) Due ispezioni stagionali nei periodi di caldo/secco e piovoso/umido, per realizzare il sistema di archiviazione dei dati da prendere come parametro di riferimento per i cicli di controlli da effettuare nel corso della vita tecnica del monumento, dopo che il restauro si è concluso. 3) Ogni due anni, verifiche dello stato delle superfici, per definire i punti in cui sono presenti fenomeni di danno incipiente. 4) Ogni cinque anni, realizzazione di ponteggi leggeri per il controllo e la revisione dei punti dove possano essersi verificati fenomeni di degrado che richiedano opere di manutenzione puntuali. 5) Ogni dodici anni, ispezione diretta ed estensiva di tutto il complesso monumentale con la sostituzione, se necessario, delle parti degradate. 6) Ogni venti-trenta anni, grande manutenzione straordinaria da realizzare secondo le necessità [19]. Tra le operazioni elencate, ci si è occupati del punto 5), verificando diffusamente le condizioni di conservazione del monumento con l'ausilio della termografia (Figg. 4-6): i dati ottenuti sono stati inseriti nel database per il successivo utilizzo. L'analisi termografica della torre, sita su un promontorio a 50 metri slm, è stata condotta in ambiente esterno, non potendosi analizzare le porzioni interne, con le condizioni di esercizio di seguito indicate, ritenute congrue per le finalità dello studio: data di indagine: 14 settembre 2019; strumento utilizzato: termocamera Flir con funzione MSX (Multi Spectral Dynamic Imaging); risoluzione IR: 160x120 pixel; software per post-elaborazione: Flir Tools; orario: 18:30-19:00; temperatura atmosferica: 27°C; velocità del vento: 11 km orari; umidità: 59%; emissività materiali: 0,92 (elementi lapidei strutturali), 0,90 (intonaco); scala cromatica: rainbow (particolarmente indicata per la termografia in edilizia.
I termogrammi presentati in questa sede, parte di un più articolato programma di analisi che non si riporta per esigenze di brevità, hanno palesato le buone condizioni di conservazione della torre, notificando solo alcuni distacchi dello strato di finitura degli intonaci e la presenza, peraltro visibile anche macroscopicamente, di vegetazione infestante, in corrispondenza delle porzioni più elevate della struttura, oggetto di deposito del polline. A queste patologie va aggiunta la patina biologica, presente nelle porzioni inferiori della fabbrica. Altresì, l'indagine ha mostrato la coesione dei giunti di malta e l'assenza di patologie di origine strutturale.
Come accennato, questo tipo di analisi consente, in tempi celeri e senza danneggiare in alcun modo la struttura esaminata, di chiarire primariamente l'eventuale presenza di patologie che obblighino a compiere ulteriori indagini (come distacchi strutturali, erosione dei giunti di malta, mancanza di elementi lapidei). In secondo luogo, in assenza di queste patologie – come nel caso qui presentato – fornisce dati importanti per definire il percorso di manutenzione, soprattutto in occasione del futuro controllo generale (F.M.).



Figura 1. Scauri (LT), scorcio della Torre del Monte di Scauri nel contesto paesaggistico nel quale è inserita (Archivio C. Crova).



Figura 2. Scauri (LT), Torre del Monte di Scauri, fronte sud-ovest.

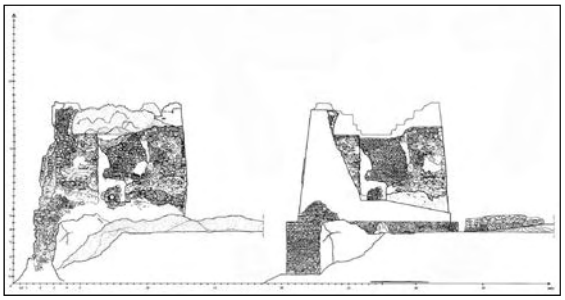


Figura 3. Scauri (LT), Torre del Monte di Scauri, prospetto est ante e post restauro (progetto di restauro di C. Crova, 2006-2007).

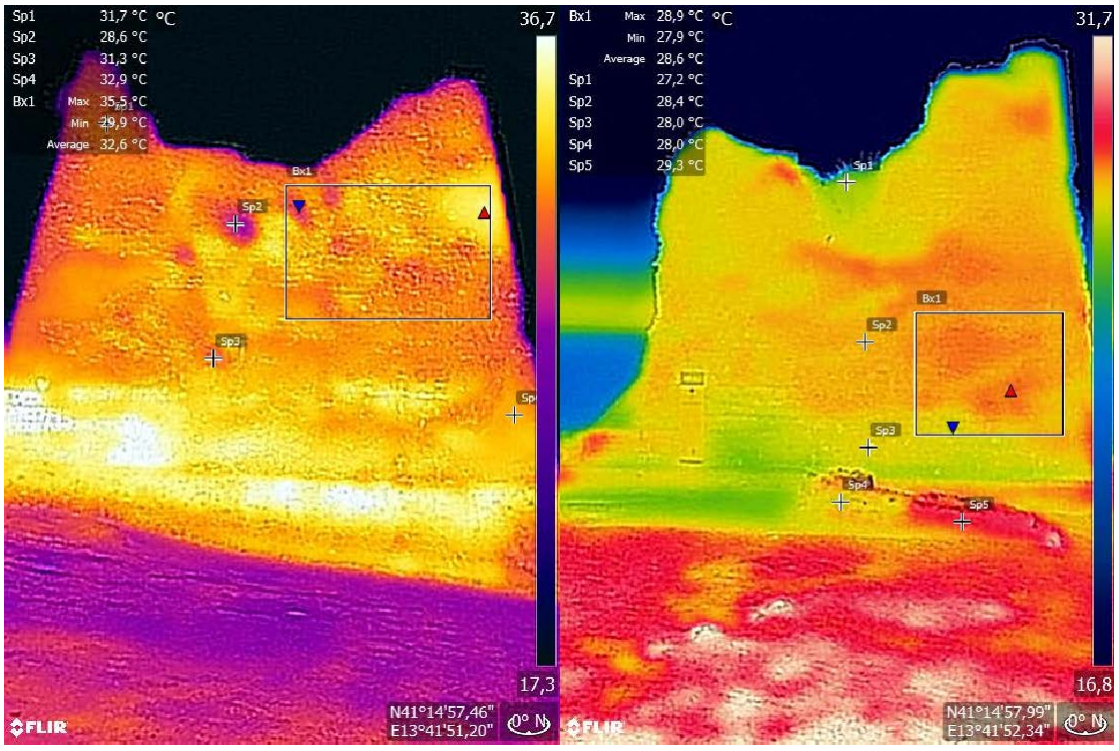


Figura 4. Scauri (LT), Torre del Monte di Scauri, fronte sud-ovest. A sinistra, termogramma (distanza: 15 mt) con quattro rilevamenti (range di temperatura: 17,3-36,7°C). Segnala una variazione relativa (Sp1-Sp3) di 0,4°C, che aumenta nel confronto con Sp2 (presenza di vegetazione infestante). In Sp4 segnala una temperatura lievemente più elevata, dovuta alla maggiore eccitazione termica dell'intonaco. Il rilevamento areale Bx1 mostra la temperatura media di una porzione con materiale lapideo, vegetazione infestante e intonaco.

Figura 5. Scauri (LT), Torre del Monte di Scauri, fronte nord-est. A destra, termogramma (distanza: 15 mt) con cinque rilevamenti (range di temperatura: 16,8-31,7°C). In Sp1 è registrata la temperatura più bassa (presenza di vegetazione infestante). Sp4 e Sp5 sono riferibili ad una porzione muraria di modesta altezza, posta a poca distanza dalla torre e mostrano una variabilità più marcata. Il rilevamento areale Bx1 evidenzia la temperatura media di 28,6°C, congrua rispetto alla superficie complessiva analizzata.

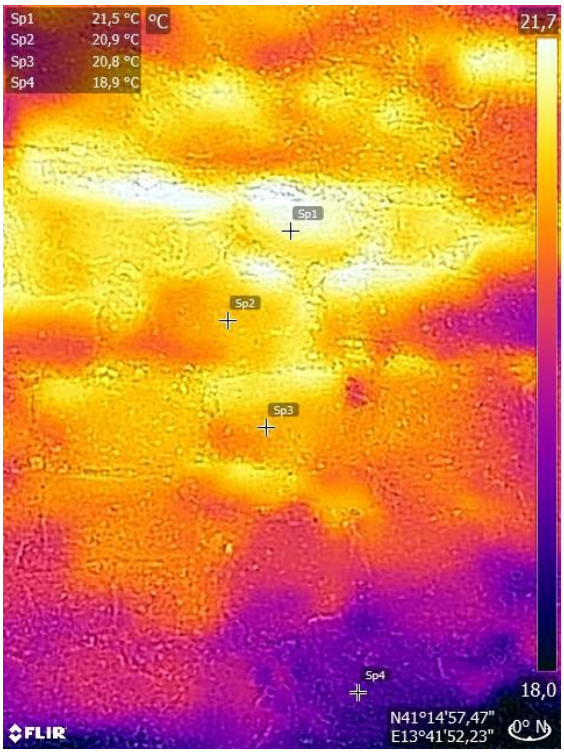


Figura 6. Scauri (LT), Torre del Monte di Scauri, fronte nord-est. Termogramma (distanza: 1,5 mt) con quattro rilevamenti (range di temperatura: 18-21,7°C). Sp1, Sp2 e Sp3 (materiali lapidei strutturali) mostrano minime variazioni di temperatura, che palesano l'assenza di distacchi. In Sp4, invece, la presenza di vegetazione infestante e di patina biologica determinano una significativa diminuzione della temperatura.

Prospettive di ricerca

La conservazione programmata si propone come strategia globale, che comprende la gestione del rischio attraverso interventi sul contesto, così come quello diretto sul bene, che ne diminuisce la vulnerabilità. Rispetto alla tradizionale mentalità del restauro, essa accentua l'attenzione al tempo lungo e al rischio e richiede un'innovazione di processo che presuppone un profondo cambiamento di cultura operativa.
Una frequente manutenzione, infatti, è in grado di controllare e contenere l'avanzare di fenomeni di degrado negli edifici, molto più e molto meglio dei più distruttivi interventi di restauro che vengono eseguiti a guasto avvenuto. Perciò, all'interno di una "cartella clinica" che accompagni le fasi preliminari e quelle successive all'azione del restauro, un ruolo importante rivestono i monitoraggi e le verifiche, che possano garantire piani e programmi di manutenzione appropriati ed opportuni. Se il restauro è ora ricompreso in una logica processuale, nella quale si accentuano le responsabilità in termini di compatibilità, durabilità, minimo intervento e gestione delle informazioni, nella manutenzione programmata, a sua volta intervento diretto, si riconosce l'efficacia preventiva che, per essere tale, deve comportare un innalzamento delle capacità richieste agli operatori e tradursi in un fattore di qualificazione e competitività [20].
All'interno di questo processo un ruolo primario lo riveste la termografia, il cui utile impiego, come dimostrato nel caso di studio indagato, riduce tempi e costi del programma di manutenzione. In tal senso sarà possibile rivedere anche progetti di manutenzione già delineati, con positive ricadute di carattere economico e sociale (C.C.).

NOTE

[1] Della Torre 2010a, pp. 67-76.
[2] Crova, Miraglia 2019, p. 61.
[3] Cecchi, Gasparoli 2010, pp. 1-10.
[4] Ruskin 1849, p. 196.
[5] Brandi 1977, p. 54.
[6] Pane 1967, pp. 9-24.
[7] Istituto Centrale del Restauro 1976, pp. I-IV.
[8] Moioli, Baldioli 2018 p. 7.
[9] *Norme per il restauro* 1932, pp. 325-327.

[10] Esposito 1996, pp. 416-435.
[11] Carbonara 1997, pp. 683-691.
[12] Cristinelli 2002, *ad indicem*.
[13] Urbani 1980, pp. 19-21.
[14] Torsello 2005, pp. 18-24.
[15] Capponi 2001, pp. 71-72.
[16] Accardo 1999, pp. 121-128; Accardo, Cacace, Rinaldi 2005, pp. 43-52; Cacace, Bartolomucci 2008, pp. 69-77.
[17] Capponi 2001, pp. 71-72.
[18] Moioli, Baldioli 2018, p. 11.
[19] Crova 2018, pp. 89-94.
[20] Della Torre 2010a, pp. 67-76; Idem, 2010b, pp. 47-55; Idem, 2014, pp. 7-16.

BIBLIOGRAFIA

1. Accardo Giorgio, Cacace Carlo, Rinaldi Roberto, *Il Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio*, in *Arkos*, n.s., a. VI, (2005), n. 10, pp. 43-52.
2. Brandi Cesare, *Teoria del restauro*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 1977.
3. Cacace Carlo, Bartolomucci Carla, *La Carta del Rischio: proposta di normalizzazione delle tipologie di edifici nella banca dati del SIT*, in *Bollettino ICR - Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro*, n.s., (2008), nn. 16-17, pp. 69-77.
4. Capponi Gisella, *Conservazione preventiva: strumenti tecnici, legislazione, incentivi, Conservazione programmata. La carta del rischio del patrimonio storico architettonico: dalla catalogazione all'operatività*, in *tema* (2001), 3, pp. 71-72.
5. Carbonara Giovanni, *Avvicinamento al restauro. Teoria, storia, monumenti*, Liguori Editore, Napoli, 1997.
6. Cecchi Roberto, Gasparoli Paolo, *Attività di prevenzione e cura su un patrimonio di eccellenza: il caso delle aree archeologiche di Roma e Ostia antica*, in *Pensare la prevenzione. Manufatti, usi, ambienti, Atti del XXVI Convegno Scienza e Beni culturali (Bressanone 13-16 luglio 2010)*, a cura di G. Biscontin, G. Driussi, Arcadia Ricerche, Venezia, 2010, pp. 1-10.
7. Cristinelli Giuseppe, *La Carta di Cracovia 2000: Principi per la conservazione e il restauro del patrimonio costruito*, Marsilio, Venezia, 2002.
8. Crova Cesare, *Le torri costiere di Terra di Lavoro. Storia e Conservazione*, Volturnia Edizioni, Cerro al Volturno, 2018.
9. Crova Cesare, Miraglia Francesco, *Thermography and scheduled maintenance: a case of study*, in *Atti del X Convegno Internazionale Diagnosis for the Conservation and Valorization of Cultural Heritage*, Cervino Edizioni, Napoli, 2019, pp. 60-69.
10. Della Torre Stefano, *Preventiva, integrata, programmata: le logiche coevolutive della conservazione*, in *Pensare la prevenzione. Manufatti, usi, ambienti*, Atti del XXVI Convegno di Studi *Scienza e Beni culturali (Bressanone 13-16 luglio 2010), a cura di Guido Biscontin e Guido Driussi*, Arcadia Ricerche, Venezia, 2010a, pp. 67-76.
11. Della Torre Stefano, *Conservazione programmata: i risvolti economici di un cambio di paradigma*, in *Il capitale culturale*, I, 2010b, pp. 47-55.
12. Della Torre Stefano, *Oltre il restauro, oltre la manutenzione, in Idem, a cura di, La strategia della Conservazione programmata. Dalla progettazione delle attività alla valutazione degli impatti*, in *Preventive and planned conservation: Proceedings of the International Conference Preventive and Planned Conservation (Monza - Mantova, 5-9 maggio 2014)*, vol. I, Nardini, Firenze, 2014 pp. 7-16.
13. Esposito Daniela, *Carte, Documenti e Leggi*, in *Trattato di restauro architettonico, diretto da Giovanni Carbonara*, vol. 4, UTET, Torino, 1996, pp. 416-435.
14. Istituto Centrale del Restauro, *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria. Progetto esecutivo*, Tecneco s.p.a., Roma, 1976.
15. Moioli Rossella, Baldioli Andrea, *Conoscere per conservare: 10 anni per la conservazione programmata*, Fondazione Cariplo, Torino, 2018.
16. *Norme per il restauro dei monumenti*, in *Bollettino d'Arte*, a. XXV, (1932), f. 7, pp. 325-327.
17. Pane Roberto, *Attualità dell'ambiente antico*, La Nuova Italia, Firenze, 1967, pp. 9-24.
18. Ruskin John, *Le sette lampade dell'architettura*, Jacka Book, Milano, 1982.
19. Urbani Giovanni, *Dal restauro alla manutenzione*, in *Italia Nostra*, a. XXI, (1980), nn. 187-188, pp. 19-21.
20. Torsello B. Paolo, *Sul concetto di manutenzione*, in *Arkos*, n.s., a. VI, (2005), n. 9, pp. 18-24.

STUDI DI CONSERVAZIONE PREVENTIVA NELL'ARTE AMBIENTALE E PUBBLICA

Alessia Cadetti*, Federica Pace,**

*Restauratrice di pitture murali e Storica dell'Arte, Associazione CONl'Arte APS, viale Enrico Cialdini n. 4, 50137, Firenze, alessiacadetti.conlarte@gmail.com
** Storica dell'Arte, Associazione CONl'Arte APS, via Dibbiano n. 5, 55023, Borgo a Mozzano (LU), federicapace@conlarte.it

Abstract

Sin dagli anni Settanta l'arte pubblica ha cercato di superare la crisi dell'urbanistica moderna attraverso la realizzazione di opere site-specific in grado di instaurare con la collettività una relazione molto più profonda e radicata rispetto alle produzioni della tradizione scultorea monumentale. Assecondando questo orientamento, il territorio toscano, da sempre vocato ad accogliere nuove esperienze artistiche, è stato arricchito, nei grandi come nei piccoli centri, con creazioni basate sul dialogo con lo spazio urbano e il paesaggio, nate da manifestazioni come *Affinità cinque artisti a San Gimignano* (1994), *Arte all'Arte* (1996-2005) o *Tusciaelecta. Arte Contemporanea nel Chianti* (1996-2016), che insieme a numerosi altri progetti, effimeri e non, si sono avvicendati in un arco di tempo che ormai supera i sessant'anni. Questi lavori sono diventati parte inscindibile del tessuto cittadino e come tali la loro conservazione pone una serie di quesiti non facilmente risolvibili, che si legano alla duplice condizione di opere da fruire e da preservare. Questi manufatti inoltre risentono ancor più del passare del tempo rispetto alle creazioni musealizzate, essendo soggetti a incuria e atti vandalici, oltre al normale deperimento che l'esposizione agli agenti atmosferici comporta. Come affrontare questi problemi conservativi? Come sensibilizzare le istituzioni sull'importanza di una costante manutenzione? Come trasformare il pubblico e la cittadinanza in parte attiva nel processo di tutela? Quale ruolo hanno la documentazione e il monitoraggio nel percorso volto ad "allungare" la vita delle opere? Quali pratiche sono giustificabili per la conservazione preventiva delle opere nello spazio pubblico?
Nel tentativo di trovare delle risposte a questi interrogativi, da diversi anni il lavoro di *CONl'Arte APS. Associazione per la conservazione dell'arte contemporanea* si è concentrato sull'obiettivo di conservare l'eredità lasciata da queste attività, attraverso convegni e progetti dedicati, mantenendo attivo il messaggio dei segni che restano a testimoniarle. Indubbiamente la conservazione preventiva rappresenta uno strumento indispensabile per preservare questi lavori come fruibili e integrati nel territorio al quale appartengono, prevenendo costosi interventi di restauro spesso impossibili da sostenere da parte dei comuni che ne detengono la proprietà. Operazioni come la schedatura di alcune delle opere pubbliche contemporanee del Comune di San Gimignano, o il monitoraggio climatico dell'installazione *Senza titolo* realizzata da Jannis Kounellis nello stesso centro, o il censimento, la catalogazione e lo studio per il restauro dei materiali in Eternit di alcune delle opere del Museo all'aperto di Luicciana (piccolo borgo in provincia di Prato), possono essere considerate a tutti gli effetti delle azioni mirate a favorire la comprensione di questi lavori e la pianificazione della loro manutenzione. Una corretta documentazione appare quindi come un punto di partenza per rilevare lo stato effettivo dei manufatti, ponendo le basi per un'efficace conservazione preventiva o per la definizione di futuri interventi di restauro là dove necessitino. Emerge infine per le comunità l'importanza di coordinare queste iniziative a progetti rivolti alla formazione del pubblico di ogni età, come successo nei casi delle installazioni dei Comuni di Colle di Val d'Elsa, Poggibonsi e San Gimignano, contribuendo alla tutela anche attraverso una fruizione più consapevole delle opere poiché solo attraverso la conoscenza potrà essere possibile contribuire alla conservazione e trasmissione al futuro dei lavori, anche quando questi non siano ancora entrati a far parte del patrimonio tutelato dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio italiano.

Introduzione: Episodi d'arte ambientale e pubblica in Italia

Negli ultimi decenni le creazioni di arte pubblica sono state scelte dalle istituzioni come opportunità per contribuire alla riappropriazione dell'identità territoriale e alla bellezza cittadina con progetti volti ad assecondare l'inclusione sociale, pensati spesso come possibili motori per accrescere l'economia delle località interessate.
Il concetto di arte pubblica è strettamente legato a quello di spazio, affinché questa possa definirsi come tale la creazione, effimera o permanente, deve essere ideata per una destinazione pubblica e fruita liberamente da tutti i cittadini. Queste installazioni o performance, non selezionando la tipologia di fruitori cui rivolgersi, dovranno essere dotate di un notevole potenziale comunicativo e, oltre a farsi portavoce della soggettività dell'artista,

dovrebbero poter suscitare una riflessione collettiva. Il rapporto attivo con l'ambiente circostante, sia questo naturalistico o urbano, ha portato inoltre a coniare la locuzione "arte ambientale".
La dimensione pubblica dell'arte nasce dalla committenza di monumenti o opere come diretta manifestazione della presenza tangibile dello Stato, a scopo commemorativo o per celebrare un'identità nazionale. Nel corso del Novecento, dopo i programmi istituiti sotto il governo fascista per la promozione delle arti, sono stati in particolar modo gli anni Sessanta e Settanta a delineare la nascita di un sistema di produzione e di spettacolarizzazione dell'intervento artistico nello spazio pubblico, secondo filoni di ricerca che hanno portato allo sviluppo di pratiche performative e interventi diretti sul campo urbano.
Un particolare rilievo deve essere attribuito alle prime esperienze "effimero-animatorie" che hanno portato gli artisti a confrontarsi con il tessuto cittadino, tra queste la mostra *Sculture nella città* nel 1962 a Spoleto **[1]**; *Arte povera più azioni povere*, tenutasi ad Amalfi nel 1968 **[2];** l'iniziativa *Campo Urbano. Interventi estetici nella dimensione collettiva urbana* **[3],** svoltasi a Como il 21 settembre del 1969; fino a *Volterra '73*, coordinata da Enrico Crispolti e voluta fortemente dallo scultore Mino Trafeli, dove ogni artista **[4]** fu invitato a prendere consapevolezza dell'ambiente urbano, attraverso l'analisi della realtà socio-economica e dello spazio che avrebbe ospitato il proprio intervento, al fine di ideare un'opera site-specific, cioè realizzata esclusivamente per il luogo nel quale sarebbe stata posizionata, in un rapporto diretto con la cittadina e i suoi abitanti. Occasioni fondamentali per la riflessione sul rapporto tra produzione artistica e contesto pubblico sono state poi la Biennale di Venezia del 1976 con la sezione *Arte come sociale*, curata da Crispolti e Raffaele De Grada, dove venne esposta una prima ricognizione delle esperienze di riappropriazione creativa del tessuto urbano, e quella del 1978 *Dalla natura all'arte, dall'arte alla natura* di cui i commissari della sezione italiana, Crispolti e Lara Vinca Masini, curarono con Fulvio Irace la sezione *Utopia e crisi dell'antinatura momenti di intenzioni architettoniche in Italia*, per un'arte che uscita dai luoghi deputati non era più solo finalizzata al mercato.
Negli anni successivi rispetto alle iniziative di carattere "effimero-animatorio" sopra descritte, è prevalsa una dimensione "costruttivo-permanente", rappresentata dalle numerose testimonianze nate in occasione di progetti e manifestazioni artistiche (le cui opere sono state spesso donate alle istituzioni) e dalla creazione di giardini d'artista e parchi di arte ambientale, sia a livello nazionale che nel territorio toscano, particolarmente ricettivo al fenomeno.
Tra i numerosi progetti permanenti possono essere ricordati: la fondazione di *Gibellina Nuova* nei primi anni Settanta, a seguito del rovinoso terremoto del Belice del 1968, dove per la ricostruzione del centro abitativo intervennero numerosi artisti e architetti di fama internazionale tra cui Alberto Burri che decise di realizzare la sua opera nella vecchia Gibellina, cementificando le rovine della cittadina nel *Grande Cretto* (1984-1989) **[5]**; *Campo del Sole* a Tuoro sul Trasimeno (1985-1989) **[6]**; *Arte Sella* in Borgo Valsugana (1986) e la *Fiumara d'arte* (dal 1986) nata in Sicilia su un territorio compreso tra Santo Stefano di Camastra e Castel di Tusa (Messina) e voluta dal mecenate Antonio Presti. Alla metà degli anni Novanta può invece essere fatto risalire il grande progetto delle *Stazioni dell'arte* della metropolitana di Napoli **[7]** di cui la giunta partenopea ha affidato la progettazione e la decorazione degli spazi a numerosi architetti e artisti coordinati da Achille Bonito Oliva e Alessandro Mendini. Il *Giardino del gigante* è stato ideato e realizzato dall'artista Mauro Pellizola per la città di Cento (2000-2006), mentre tra i progetti più recenti merita di essere citato l'*ArtLine Milano*, per il quale la municipalità ha previsto la collocazione di opere all'interno del parco pubblico dell'area di riqualificazione della vecchia zona fieristica milanese oggi *City Life*.
Anche la regione Toscana sin dagli anni Settanta è stata una terra di elezione per questo genere di creazioni grazie a esposizioni temporanee di grandi artisti che si sono confrontati con la scultura ambientale e l'arte ambientale in città come Henry Moore al Forte Belvedere di Firenze (1972) o Dani Karavan con le installazioni al Belvedere fiorentino e nel cortile del Castello dell'Imperatore a Prato (1978) e al ruolo di Giuliano Gori, aggiornato conoscitore del sistema dell'arte contemporanea, che ha fatto della sua passione per il collezionismo un'esperienza fondante per i processi di sviluppo del site-specific toscano, aprendo al pubblico nel 1982 il parco della *Fattoria di Celle* a San Tomato (Pistoia), parte della vasta Collezione di famiglia e da subito laboratorio di prassi e di idee capaci di coinvolgere gli artisti selezionati per accrescere la poetica del suo progetto illuminato. Gli anni Novanta sono stati caratterizzati da manifestazioni che hanno spesso lasciato numerose opere sul territorio, come: *Affinità cinque artisti a San Gimignano* (1994); *Arte all'Arte* (1996-2005) e *Tusciaelecta. Arte Contemporanea nel Chianti* (1996-2016). *Arte all'Arte* è stata promossa dall'Associazione Arte Continua, nelle edizioni dal 1996 al 2005, come un evento annuale diffuso nei comuni di Buonconvento, Casole d'Elsa, Colle di Val d'Elsa, Montalcino, Poggibonsi, San Gimignano, Siena e Volterra, costellando il territorio di interventi temporanei e permanenti ad opera di artisti noti ed emergenti, il coinvolgimento di curatori italiani e stranieri e la collaborazione delle diverse comunità. La rassegna *Tusciaelecta. Arte Contemporanea nel Chianti* è stata ideata da Fabio Cavallucci e Sergio Bettini nel 1996 ed è stata poi curata dal 2002 da Arabella Natalini fino all'edizione del 2016, con il coinvolgimento dei Comuni di Barberino Val d'Elsa, Castellina in Chianti, Firenze, Gaiole in Chianti, Greve in Chianti, Impruneta, Radda in Chianti, San Casciano Val di Pesa e Tavarnelle Val di Pesa, in collaborazione con Regione Toscana e le Province di Firenze e Siena, invitando gli artisti a visitare le cittadine

coinvolte e a progettare dei lavori in grado di intervenire nel territorio con l'obiettivo di costruire un rapporto significativo tra le opere d'arte e il contesto ospitante.
Tra i numerosi parchi d'artista ai quali gli autori hanno dedicato risorse creative e personali, intrecciando con l'ambiente un dialogo costante, si possono ricordare: il *Giardino dei Tarocchi* di Niki de Saint Phalle a Pescia Fiorentina (Capalbio - Grosseto), iniziato dall'artista nel 1979 e aperto al pubblico nel 1998; il *Parco-Museo Quinto Martini*, inaugurato nel 1988 a Seano (Prato) e il *Giardino di Daniel Spoerri*, aperto al pubblico nel 1997 a Seggiano (Grosseto).

Studi di conservazione nell'arte ambientale e pubblica

L'Associazione *CONl'Arte APS. Associazione per la conservazione dell'arte contemporanea* è nata nel 2013 dall'unione di professionalità diverse nel campo della storia dell'arte e del restauro, accomunate dalla passione per l'arte e da una forte sensibilità verso i temi della tutela e della conservazione. Il gruppo si è creato a seguito del primo Master in "Conservazione e restauro delle opere d'arte contemporanee" organizzato dalla Scuola di Alta Formazione e Studio dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze. Fin dalle prime ricerche e dai primi interventi sono apparse chiare le ampie problematiche poste dall'esecuzione di installazioni in ambiente esterno, che nascono e vivono a diretto contatto con la natura o che, volutamente inserite nell'ambiente urbano, sono potenzialmente soggette a incuria, atti vandalici, oltre al normale deperimento che l'esposizione agli agenti atmosferici implica.
Si tratta di un tema complesso che spesso porta a trovare con difficoltà una metodologia univoca e condivisa, soprattutto nel caso di opere collocate in esterno e in collezioni che richiedono modalità conservative appositamente dedicate. L'urgenza di affrontare in maniera approfondita queste problematiche, che in Italia non hanno ancora trovato adeguate opportunità di confronto, pone la necessità di sviluppare metodi operativi capaci di interpretare e risolvere i numerosi quesiti che queste creazioni stanno portando alla luce.
È con questi propositi che negli scorsi anni sono stati organizzati una serie di convegni **[8]** che hanno rappresentato dei momenti di confronto e scambio coinvolgendo gli addetti ai lavori e non solo, sul tema della conservazione dell'arte a vocazione pubblica in Italia. L'attività svolta dall'Associazione ha infine portato alla pubblicazione del volume *L'esperienza dell'arte pubblica e ambientale tra storia e conservazione* che raccoglie i saggi di storici dell'arte, critici, collezionisti, artisti, conservatori e restauratori. Il principio conoscere per conservare, che rappresenta anche il fondamento sul quale si basano i progetti di *CONl'Arte*, fa da costante filo conduttore alla ricca messe di contributi che, partendo dalla storia si concentra dettagliatamente sugli aspetti legati alla conservazione. I diversi punti di vista hanno permesso di comprendere a fondo la questione e suggerito nuovi stimoli e riflessioni su questo ampio e complesso argomento.

Casi studio: ***Il progetto pilota di studio e manutenzione delle opere del Comuni di San Gimignano e dei lavori di street art nel Comune di Poggibonsi e il censimento, schedatura e ricerca sui materiali del Museo all'aperto di Luicciana.***

Convinti che la conoscenza rappresenti la base di ogni necessità di valorizzazione e di conservazione, da anni l'Associazione porta avanti numerosi progetti rivolti all'arte ambientale e urbana, lavorando per sviluppare una cultura dell'attenzione alla tutela da diffondersi non solo al livello degli operatori museali e culturali, ma a tutta la società. Luogo di elezione degli interventi è stato prevalentemente il territorio toscano, nello specifico i Comuni di San Gimignano (Siena), Poggibonsi (Siena) e Luicciana, frazione del Comune di Cantagallo (Prato), ricchi di opere ambientali ormai storicizzate e con amministrazioni pubbliche sensibili al tema.
Nel 2016 la partecipazione al programma di *FeniceContemporanea*, una manifestazione annuale nata per valorizzare le diverse forme del contemporaneo nel territorio della Valdelsa, ha offerto la possibilità di occuparsi delle opere disseminate nei centri interessati dalle numerose manifestazioni degli anni Novanta. Si tratta di un progetto coordinato da Fondazione Musei Senesi, con i Comuni di Colle di Val d'Elsa, Poggibonsi e San Gimignano e da numerose associazioni che mettono in campo iniziative volte a diffondere la conoscenza dell'arte presente sul territorio e a sensibilizzare la cittadinanza con un particolare interesse soprattutto rivolto alle scuole.
Il lavoro progettuale si è rivelato complesso data la presenza di numerose testimonianze nell'ambiente urbano, fattore che ha implicato il rapportarsi a una serie di vincoli imposti dalle diverse istituzioni, che hanno richiesto un intervento graduale partendo da una ricognizione complessiva per verificare quali lavori effettivamente risultassero ancora esistenti e in quali condizioni conservative versassero. Una volta individuate le criticità, è nato il *Progetto pilota per la documentazione e conservazione delle opere d'arte ambientale di San Gimignano e di Poggibonsi* che ha avuto come obiettivo lo studio, la schedatura, la documentazione fotografica e, ove necessario, piccoli interventi di monitoraggio, manutenzione e restauro delle opere.
La prima fase del progetto ha permesso di studiare e ampliare le conoscenze sulla genesi dell'iniziativa *Affinità. Cinque artisti a San Gimignano*, inaugurata l'11 giugno 1994 e curata da Giuliano Briganti e Luisa Laureati **[9]**,

che vide la realizzazione di cinque opere permanenti all'interno del centro storico del piccolo comune toscano: *Equilibrio compresso*, di Eliseo Mattiacci, presso uno sprone della Rocca medievale; *Italia all'asta* di Luciano Fabro, nel Palazzo del Podestà; *Meridiana*, di Giulio Paolini, presso la chiesa di Sant'Agostino; *Senza Titolo*, di Jannis Kounellis, presso la chiesa di San Jacopo e *San Gimignano*, di Nunzio Di Stefano, sulla volta del vicolo dei Bongi.
Gli interventi artistici erano stati realizzati nel rispetto delle preesistenze storiche per dare un nuovo aspetto all'immagine del centro. Questo "spostamento nel cuore dell'abitato" ha portato inevitabilmente, e programmaticamente, a un confronto con un pubblico allargato, aprendosi a una possibile relazione non solo con i frequentatori abituali delle mostre di arte contemporanea e con i numerosi turisti che visitano San Gimignano, ma anche, e soprattutto, con gli abitanti del luogo. La conoscenza di ciò che esiste sul proprio territorio rappresenta, infatti, un passo decisivo verso la conservazione preventiva. Appare difatti importante favorire la consapevolezza dei cittadini in merito alla manutenzione e alla conservazione delle opere d'arte, dimostrando il ruolo centrale e decisivo che le diverse forme di documentazione giocano nell'elaborazione di un programma di tutela.
La fase di studio ha inoltre riguardato il reperimento delle fonti esistenti, una particolare attenzione è stata dedicata ai carteggi e ai documenti relativi l'evento espositivo, conservati presso l'archivio del Comune di San Gimignano, ma anche alla consultazione della bibliografia specifica e alla realizzazione di interviste per raccogliere le testimonianze degli artisti e delle persone coinvolte a vario titolo. Questo ha permesso di ricostruire, in modo quanto più possibile esaustivo, la storia dell'iniziativa, così da documentarne l'evoluzione dalla genesi dell'idea fino alla realizzazione finale.
La fase successiva è stata interessata dalla valutazione dello stato di conservazione delle opere, individuando quelle più bisognose di una manutenzione urgente e facendo emerse delle criticità per la *Meridiana* di Giulio Paolini e per *Senza Titolo* di Jannis Kounellis. È stata quindi realizzata un'accurata schedatura dei lavori, riflettendo a lungo su come impostare la scheda conservativa per fare in modo che risultasse uno strumento agile, implementabile e divulgativo ma soprattutto replicabile per tutte le tipologie di opere collocate in ambiente esterno. La scheda raccoglie le informazioni storiche, documentarie, nonché quelle ricavate dalle interviste, gli eventuali interventi a cui è stata sottoposta l'opera, le indicazioni sullo stato di conservazione e le immagini derivanti dalla campagna fotografica.
Nel caso della *Meridiana* di Paolini si tratta della «realizzazione di una meridiana delle dimensioni (cm. 210X250) e nel luogo (la parete esterna della Chiesa di Sant'Agostino) della versione originaria, ora scomparsa. Un motivo geometrico (i profili dei pianeti o le loro orbite) e un disegno "dal vero" (che fa coincidere la punta di una matita con le lancette di un orologio) sono sovrapposti, e incisi l'uno sull'altro, sulla superficie a intonaco. I due motivi si integrano a loro volta a un quadrante costituito dalla frase TOUT SE TIENT (un'altra coincidenza: la scrittura inizia là dove finisce) che segnala i quattro punti cardinali con quattro delle lettere che lo compongono. Una matita, in bronzo, è fissata perpendicolarmente nel punto centrale e proietta la sua ombra sull'intero disegno» **[10]**.
L'opera occupa il posto di una più antica meridiana andata perduta ed è collocata sul prospetto laterale della chiesa di Sant'Agostino, a una distanza di circa tre metri e mezzo di altezza dal piano di calpestio, è stata realizzata a "sgraffito", con un intonaco chiaro sovrapposto su un intonaco colorato con pigmento nero. Al fine di far emergere il disegno, la superficie in stucco è stata incisa fino all'intonaco sottostante per mezzo di un'incisione diretta. Al centro è posto lo gnomone in bronzo, ovvero l'asta che permette il proiettarsi delle ombre sulla superficie della meridiana. L'esposizione all'erosione del vento, alla pioggia, all'irraggiamento solare e a depositi più o meno coerenti, ha portato a dei distacchi tra gli strati preparatori, ciò può essere dovuto sia alla dilatazione termica dovuta agli sbalzi di temperatura che alla modalità esecutiva, in quanto con molta probabilità il primo strato di malta di colore nero, lisciato eccessivamente, non ha permesso allo strato successivo di intonaco chiaro di aggrapparsi adeguatamente per aderire alla superficie sottostante. Lo strato di intonaco superficiale era inoltre caratterizzato da diffuse micro-fessurazioni, scalfitture, dovute all'azione della grandine o del deposito trascinato dal vento, lacune e da un lieve distaccamento con "spanciamento" nell'angolo in alto a destra. Le piccole colature scure presenti erano probabilmente dovute alla ruggine dello gnomone e compromettevano la corretta leggibilità dell'opera. In accordo con l'amministrazione comunale e dopo aver contattato l'artista, si è deciso di procedere con un intervento di messa in sicurezza delle porzioni di intonaco pericolante, al fine di evitare ulteriori cadute e in previsione di un futuro intervento di restauro **[11].**
Il caso dell'opera *Senza titolo* di Kounellis è stato indagato seguendo la metodologia messa a punto e descritta precedentemente. Si tratta di un'imponente scultura in metallo composta da una longarina verticale in ferro che regge una tettoia, sotto la quale l'artista ha collocato una campana. Quest'ultima risulta essere "muta" visto che il batacchio è bloccato mediante un gancio metallico a "S" che lo fissa a una longarina di sezione minore posta in posizione diagonale, a sua volta fermata al suolo mediante un secondo gancio a "S", inserito in un elemento metallico ancorato a terra. La campana, sulla sommità, è sostenuta da un cavo d'acciaio che la fissa a un perno circolare saldato ad una piccola putrella orizzontale posta sotto la tettoia, all'incrocio degli spioventi. L'opera

nasce in stretta relazione con la piazza in cui è stata creata, in particolare per il dialogo diretto che si instaura con il campanile della chiesa di San Jacopo, che la scultura raggiunge in altezza.
Il sistema di ancoraggio della longarina al suolo è stato coinvolto circa quindici anni fa in alcune importanti modifiche che hanno interessato la pavimentazione dell'intera area antistante la chiesa, caratterizzata precedentemente da terreno battuto e pietrisco. I lavori di sistemazione, realizzati tra il 2002 e il 2004, hanno portato alla realizzazione di una larga gradinata in acciottolato e alla creazione di uno spazio delimitato per l'opera di Kounellis. All'interno di questa aiola, il gancio a "S" è stato collocato all'interno di un pozzetto, dove l'acqua piovana ristagnate costituisce un fattore di grande criticità conservativa. Nel marzo 2016 l'opera è stata transennata e successivamente sottoposta a un intervento da parte degli addetti del Comune di San Gimignano. Un'eccessiva sollecitazione meccanica della longarina che blocca la campana aveva portato allo sganciamento della barra metallica e alla sua successiva ricollocazione dopo aver sostituito il gancio a "S", che univa la longarina alla campana, con uno della stessa forma ma con una chiusura maggiore, per evitare che lo stesso problema si riproponga in futuro. Inoltre, a scopo precauzionale, è stato ulteriormente rinforzato il sistema di ancoraggio della campana alla tettoia attraverso l'apposizione di una catena in acciaio, poi trattata cromaticamente.
Questo incidente, così come lo stato di ossidazione superficiale in cui versava il ferro, ha motivato ad approfondire l'indagine sull'opera e a chiarire il rapporto che si crea con le condizioni ambientali esterne attraverso un monitoraggio dei parametri microclimatici in prossimità della scultura eseguito da Roberto Boddi [**12]**. Il monitoraggio è stato reso possibile grazie alla Società LSI-Lastem di Milano, che ha gentilmente fornito una centralina LSI modello M-Log multicanale corredata di un sensore LSI All-in-One in grado di rilevare, oltre ai parametri della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria, la velocità e la direzione del vento e la pressione atmosferica. L'osservazione si è svolta durante due momenti diversi a causa di un'interruzione tecnica dovuta a un guasto della strumentazione (il primo compreso tra dicembre 2016 a febbraio 2017 e il secondo tra marzo a settembre 2017), complessivamente per 190 giorni. La memorizzazione dei parametri è avvenuta con una frequenza di 10 minuti primi e per ciascun canale (grandezza acquisita) sono stati memorizzati circa 27.360 rilievi, che complessivamente ammontano a circa 465.120 dati.
Il rilevamento dei parametri della temperatura e dell'umidità relativa dell'aria ha dimostrato che non sussistono particolari criticità legate al fatto che la scultura sia collocata all'esterno. La temperatura ha avuto un andamento di tipo stagionale, i gradienti delle escursioni giornaliere sono risultati più contenuti nel periodo invernale tendendo ad aumentare tra giorno e notte nel periodo primaverile, per accrescersi ulteriormente nel periodo estivo. L'umidità relativa dell'aria è stata molto variabile anche con gradienti di rilevante entità. Il range di escursione anche in questo caso è stato più contenuto nel periodo invernale rispetto ai mesi primaverili ed estivi. L'andamento generale della temperatura in inverno, salvo che per un breve periodo dove si registrano valori inferiori allo zero, si è mantenuto sempre su gradienti compresi tra 2 e 10 gradi centigradi. Nei mesi primaverili la temperatura si è assestata tra gli 8 e i 20 gradi per poi salire tra i 20 e i 30 gradi. L'umidità relativa nel primo periodo si è mantenuta sempre abbastanza alta con gradienti persistenti per lunghi intervalli tra i 60 e i 70 punti percentuali, con sforamenti oltre gli 80 punti percentuali. Nel secondo periodo l'andamento dell'umidità relativa è risultato più instabile, alternando periodi con umidità relativa compresa tra 30 e 40 punti a periodi con gradienti compresi tra i 70 e gli 80 punti percentuali, con sporadici sforamenti oltre i 90 punti.
Nell'analizzare lo stato di conservazione della scultura di Jannis Kounellis dobbiamo tener presente che si tratta di un monumento in materiale ferroso, continuativamente esposto agli agenti atmosferici come precipitazioni, irraggiamento solare e flussi ventosi di vario genere. L'installazione si trova inoltre in prossimità di una delle porte carrabili con la presenza di un semaforo per regolare il traffico che comporta in prossimità della scultura prolungate soste di autoveicoli con il motore acceso. La combustione dei gas di scarico combinandosi con l'umidità dell'aria danno origine a sostanze che, oltre ad essere inquinanti, sono anche altamente corrosive, giustificando la rapida ossidazione del metallo dell'opera. Inoltre, dal rilevamento è emerso che gran parte dei flussi ventosi che interessano la scultura provengono dalla costa tirrenica, che dista circa 70 chilometri, trasportando alte percentuali di umidità relativa **[13]**.
I risultati di questo monitoraggio possono fornire i primi elementi per chiarire il quadro delle relazioni che si instaurano tra l'ambiente e le opere d'arte e tenendo conto del cambiamento climatico i cui effetti possono essere percepiti sia a livello locale che globale appare importante riflettere sulla maggior frequenza con cui monitoraggi di questo tipo dovrebbero essere ripetuti per i lavori collocati in esterno.
Nella cittadina di Poggibonsi il Progetto pilota ha riguardato invece una serie di pitture murali con l'obiettivo di stimolare la conoscenza, sensibilizzare le amministrazioni e avvicinare il pubblico al tema della conservazione, avviando così un processo di tutela consapevole, in grado di favorire la salvaguardia delle opere di arte urbana. Questi dipinti murali sono stati realizzati in occasione della manifestazione *D.O.T.S. FEST - Down On the Street*, iniziativa nata dalla collaborazione del Circolo Blue Train Club con l'amministrazione comunale di Poggibonsi, che dal 2015 ha permesso la realizzazione di numerosi murales sulle pareti di alcuni palazzi e muri pubblici della cittadina. Le creazioni sono state realizzate da giovani artisti di fama internazionale come Zed1 (muro Archivio Comunale, Via Alessandro Volta, Poggibonsi, 2015 e parete Casa del Popolo, Via Romana, Staggia Senese,

2016); Hyuro (facciata RSA Dina Gandini, Piazza Rita Levi Montalcini, Poggibonsi, 2015); Mr. Thoms (sottopasso del Parco Urbano, Via Montecitorio, Poggibonsi, 2015); Dome (Via Spartaco Lavagnini, Poggibonsi, 2016); Rustam QBic (Facciata RSA Dina Gandini, Piazza Rita Levi Montalcini, Poggibonsi, 2016); Martoz (giardino Scuola Pieraccini, Poggibonsi, 2016); Vera Bugatti (sottopassaggio di Largo Gramsci, Poggibonsi, 2017) e SeaCreartive (sottopassaggio di Via Solferino, Poggibonsi, 2018). Anche per questi lavori di muralismo contemporaneo sono state realizzate una serie di interviste agli autori e alle altre personalità coinvolte per assicurarsi che la ricchezza di informazioni sugli aspetti progettuali, realizzativi e materici non vada persa e possa essere di ausilio in caso di futuri interventi di manutenzione o restauro **[14]**.

La metodologia messa in campo per il Progetto pilota dei comuni senesi, che possiamo definire una buona prassi di conservazione preventiva, è stata portata avanti anche in occasione di un articolato programma **[15]** sviluppato per il Museo all'aperto di Luicciana, una frazione del Comune di Cantagallo (Prato). Collocato nella Valle del Bisenzio sull'Appennino Tosco-Emiliano, il Museo è costituito da una serie di opere dislocate per le vie e le piazze del piccolo borgo e da una collezione collocata all'interno del Palazzo comunale. Questa realtà, è nata nel 1983 da un'iniziativa della Pro Loco, del Ce.Pa.C. (Centro di promozione culturale e artistica di Prato), del Comune di Cantagallo e della Provincia di Prato che hanno voluto concretizzare quelle che erano state una serie di mostre temporanee realizzate a cadenza annuale sotto la giuda di Roberto Palma e di altri cittadini che avevano invitato numerosi artisti a partecipare e poi donare le loro opere al paese. La collezione oggi è costituita da un circuito di arte pubblica e uno di arte ambientale, aperto alle sperimentazioni artistiche più avanzate. Il Museo all'aperto di Luicciana ha offerto una "nuova immagine" al paese e nel corso degli anni si è arricchito di nuovi lavori. Nelle edizioni, del 1984 e del 2000 **[16]**, molti autori sono stati chiamati a collaborare alle iniziative, per la maggior parte si trattava di personalità del panorama regionale, ma non sono mancate figure di fama nazionale e internazionale. Tra gli altri possono essere ricordati: Sergio Fiaschi, Leonetto Tintori, Giuliano Mauri, Umberto Cocci, Vinicio Berti, Gualtiero Nativi, Suzanne Newell, Marco Borgianni e Roberto Sebastian Matta. Si tratta quindi di una realtà che si inserisce a pieno titolo e con una certa vitalità nella lunga storia di arte pubblica sviluppatasi negli ultimi cinquant'anni in Toscana.

I materiali più eterogenei sono assemblati con tecniche diverse per dare luogo a creazioni pittoriche e scultoree che oggi vedono il loro aspetto fortemente modificato a seguito di un processo di degrado che ha messo in serio pericolo la conservazione delle opere e del loro valore culturale. In primo luogo è stato eseguito un censimento delle produzioni ancora esistenti. Partendo dall'ultimo elenco disponibile, risalente al 16 ottobre 2007 e fornito da Stefania Tendi dell'Ufficio Associato Cultura Turismo e Sport, si è provveduto a rilevare gli elaborati ancora presenti in loco, quelli conservati in magazzino e quelli custoditi presso il Palazzo comunale. L'Associazione ha quindi stilato un nuovo elenco aggiornato, corretto ove necessario (segnatamente riguardo al titolo e all'attribuzione) e corredato delle immagini recenti di ciascun lavoro. I manufatti ricoverati presso il magazzino comunale sono stati estratti dal loro imballaggio in pluriball, esaminati per valutarne lo stato di conservazione, fotografati e riposti. Su ciascun involucro è stato poi applicato un cartellino contenente i dati dell'opera (autore e titolo). Per i lavori collocati nelle vie e nei cortili del paese e per quelli custoditi all'interno del Palazzo comunale, è stata realizzata una campagna fotografica per documentare lo stato di conservazione attuale, in modo da poterlo confrontare con le condizioni originali attraverso l'analisi delle immagini storiche, così da poter iniziare una riflessione sull'incidenza dei processi di degrado sia sulla materia che sui significati che originariamente le creazioni trasmettevano.

La fase successiva ha previsto la schedatura delle produzioni censite. La scheda conservativa è stata appositamente creata per descrivere ogni tipologia di opera appartenente alla collezione, conservata all'esterno o in magazzino, partendo dal modello di base già utilizzato per il Progetto Pilota. La scheda è concepita per essere implementata periodicamente con i risultati di ulteriori ricerche o indagini e con i dati di futuri interventi di manutenzione o restauro, rappresentando il "punto di partenza", dal quale analizzare la storia materiale, tecnica e conservativa del manufatto.

Nella collezione sono presenti principalmente sculture e rilievi creati con i materiali della tradizione toscana come il marmo di Carrara, la pietra serena o la terracotta policroma e dipinti eseguiti con materiali contemporanei perlopiù acrilici applicati con tecniche sperimentali su supporti in Eternit o alluminio. I problemi conservativi dei lavori di Luicciana riguardano soprattutto le opere pittoriche e le patologie più diffuse sono rappresentate da alterazioni cromatiche, abrasioni, esfoliazioni, craquelure, lacune e perdita progressiva di frammenti della pellicola pittorica, con una compromissione a volte rilevante nella lettura dell'immagine. Un tentativo di protezione era stato già eseguito nel 2000, attraverso la stesura di una resina di origine industriale che avrebbe dovuto preservare la superficie pittorica dagli agenti atmosferici ma che col tempo si era dimostrata insufficiente, degradandosi anch'essa. Per intraprendere una corretta prassi conservativa delle opere in Eternit è stata avviata una ricerca scientifica in collaborazione con l'Associazione *YOCOCU (YOuth in COnservation of CUltural Heritage)*, con l'obiettivo di approfondire i materiali e le modalità di protezione delle superfici, selezionando i sistemi più stabili. In questo momento non esistono sostanze in commercio che permettano l'inglobamento totale dei lavori senza cambiarne l'aspetto originale, alcuni prodotti per lo smaltimento dell'Eternit possono essere applicati sulle parti esposte, ma essendo opachi e pigmentati possono essere utilizzati

unicamente a difesa delle zone non dipinte. I primer trasparenti in uso hanno inoltre una durata molto limitata e i fornitori non ritengono possibile la loro applicazione sulle opere d'arte. Per proteggere la superficie dipinta sono quindi stati testati alcuni protettivi in commercio per il restauro e la scelta del prodotto è stata eseguita in seguito ad una breve sperimentazione che ha messo a confronto le diverse sostanze. Come ultima procedura da applicare alle pitture già particolarmente compromesse è stata proposta l'esecuzione di uno strappo della pellicola pittorica e un successivo riposizionamento della stessa su un nuovo supporto rigido, prevedendo una prova e una messa a punto del sistema al fine di garantirne la buona riuscita delle operazioni. La definizione dell'iter conservativo è in attesa di una validazione da parte degli enti di tutela ambientale **[17]**.

Conclusioni

Le opere di arte ambientale e pubblica sono costantemente soggette alle patologie che interessano le creazioni all'aperto quali: abrasioni, craquelure, esfoliazioni, lacune, fratture, alterazioni cromatiche, depositi di particolato atmosferico e attacchi di biodeteriogeni, oltre agli atti vandalici che continuamente ne compromettono la conservazione. Queste patologie accumulatesi nel corso del tempo potrebbero portare al collasso dei materiali e per evitare questa problematica i lavori dovrebbero essere consolidati e protetti con sostanze idonee alle caratteristiche materiche e all'ambiente in cui si trovano. L'obiettivo della ricerca scientifica applicata alla conservazione preventiva dovrebbe essere quello di approfondire i materiali, le modalità di adesione e i metodi di protezione delle superfici, selezionando i sistemi più sicuri nel tempo. Oltre a questi aspetti tecnici un problema riscontrato per tutte le realtà sulle quali siamo intervenuti è stato caratterizzato dalla mancanza di una schedatura delle opere, processo imprescindibile per la conoscenza delle produzioni e primo passo verso una conservazione e una tutela più consapevoli. Il modello di scheda che è stato definito all'interno del Progetto pilota, oltre alla descrizione dell'opera, permette di raccogliere molte informazioni sulle fonti documentarie, le tecniche esecutive e i materiali costituenti, sulla modalità di installazione, le condizioni espositive, gli interventi eseguiti, lo stato di conservazione e le indagini diagnostiche svolte. Questo strumento di catalogazione è stato ideato partendo da modelli già esistenti **[18]**, secondo una struttura che è stata pensata per essere continuamente aggiornata e per diventare un mezzo per ricostruire la storia dell'opera una volta congedata dall'artista in ambiente esterno.
Appare inoltre evidente come la crisi economica che stiamo recentemente vivendo abbia ridimensionato le capacità organizzative e le risorse economiche degli Enti Pubblici che si trovano a fronteggiare il progressivo invecchiamento del patrimonio artistico e architettonico, sia delle creazioni antiche che di quelle moderne, ponendo l'accento sulla difficoltà di conservare opere che avrebbero urgenza di essere restaurate e manutenute. Sarebbe importante che oltre alle leggi che tutelano e valorizzano i beni culturali si cercasse di facilitare, insieme alle nuove produzioni, il mantenimento di quelle già inserite nei contesti pubblici e che l'artista chiamato a confrontarsi con lo spazio urbano, acquisisse una maggior comprensione delle problematiche dei lavori all'aperto e fosse in grado di creare assecondando la durabilità dei materiali. La stessa consapevolezza dovrebbe essere raggiunta anche dai funzionari delle pubbliche amministrazioni, che più che promuovere nuovi progetti, dovrebbero finanziare programmi di conservazione preventiva come soluzioni praticabili per evitare costosi interventi di restauro e permettere ai cittadini di fruire al meglio del proprio patrimonio culturale.

NOTE

[1] Durante la manifestazione curata da Giovanni Carandente gli artisti furono invitati a esporre le proprie sculture *en plein aire,* in un confronto tra le tracce storiche del contesto e le creazioni d'arte contemporanea.
[2] L'evento, articolato in tre giorni, si tenne presso l'Arsenale di Amalfi grazie all'interessamento e all'attività culturale di Marcello e Lia Rumma con la curatela di Germano Celant.
[3] L'iniziativa fu diretta da Luciano Caramel nel centro storico di Como, dove le installazioni videro coinvolti una serie di creativi nel tentativo di generare uno scambio diretto con la collettività urbana.
[4] Tra gli artisti che presero parte alla mostra possiamo ricordare: Nicola Carrino, Alik Cavaliere, Mauro Staccioli, Ugo Nespolo, Giuseppe Spagnulo, Francesco Somaini e Valeriano Trubbiani.
[5] L'opera è costituita da un'enorme colata di cemento bianco che ha compattato i dodici ettari di macerie del centro storico di Gibellina. Il progetto fu avviato nel 1984 e terminato cinque anni dopo. Le macerie furono distrutte, raccolte e tenute insieme con reti metalliche. Sopra questi blocchi omogenei Burri è intervenuto colando del cemento bianco. Il tracciato ricalca in buona parte l'impianto urbanistico originale, con la possibilità di poter percorrere lo spazio della vecchia città.
[6] Il parco è stato realizzato grazie alla collaborazione di Pietro Cascella, Mauro Berrettini, Cordelia Von Den Steinen con il coordinamento di Enrico Crispolti.
[7] Le Stazioni dell'arte contengono circa duecento opere d'arte contemporanea pensate appositamente per quegli spazi. Il grande intervento ha ricevuto numerosi riconoscimenti a livello internazionale.

[8] Un primo appuntamento, dal titolo *Arte ambientale: Storia, documentazione, conservazione*, è stato organizzato dall'associazione nel 2015 in collaborazione con il Centro per l'Arte Contemporanea Luigi Pecci di Prato e l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze (Centro Pecci, 15 giugno 2015). L'anno successivo si è tenuta la doppia giornata di studi *L'esperienza dell'arte ambientale tra storia e conservazione*, organizzata da *CONl'Arte APS* in collaborazione con i Comuni di Poggibonsi e San Gimignano, il Politecnico di Milano, l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze e il Centro Pecci di Prato, l'Associazione Arte Continua e l'Associazione Culture Attive di San Gimignano (Poggibonsi, San Gimignano, 9-10 dicembre 2016). Infine, nel 2017 si è svolta la conferenza *Conservare l'arte ambientale. Incontri di arte e conservazione* (San Gimignano, 25 novembre 2017). Le esperienze presentate durante queste occasioni di incontro costituiscono un punto di partenza imprescindibile per chi si voglia avvicinare allo studio dei temi in oggetto, ed è in corso di stampa un volume che si pone l'obiettivo di fornire uno strumento aggiornato sulla storia, documentazione, valorizzazione e conservazione dell'arte pubblica e ambientale, mirando a restituire uno sguardo organico, ampio e il più possibile completo sull'argomento.

[9] Laureati L. (a cura di), *Affinità. Cinque artisti a San Gimignano*, catalogo mostra, S.P.E.S. Edizioni, Firenze, 1994.

[10] Descrizione dell'opera fatta dallo stesso Giulio Paolini in Laureati L. (a cura di)..., p. 18.

[11] L'operazione di pronto intervento è stata realizzata il 5 dicembre 2016, per conto del Comune di San Gimignano, da Irene Biadaioli, restauratrice diplomatasi all'Opificio delle Pietre Dure di Firenze. In seguito, nel gennaio 2019, l'amministrazione comunale ha deciso di realizzare anche l'intervento di restauro.

[12] Per approfondimenti cfr. Marchese C., Boddi R., *Documentare oggi per conservare domani: il caso dell'opera di Jannis Kounellis a San Gimignano. Ricerche documentarie interviste, monitoraggio ambientale* in Cadetti A., Marchese C., Pace F. (a cura di), *L'esperienza* dell'arte *pubblica e ambientale tra storia e conservazione*, Edifir, Firenze, 2020 (testo in corso di stampa).

[13] I flussi ventosi provengono per il 17% da Sud-Est con vento di "Levante", per il 25% da Sud con vento di "Mezzogiorno" e per il 23% da Sud-Ovest con vento di "Libeccio", per un totale del 65%. Si tratta notoriamente di flussi di aria che trasportano alte percentuali di umidità relativa portata dai venti di Sud (Mezzogiorno) e Sud-Ovest (Libeccio).

[14] Per approfondimenti cfr. *Cadetti A., Documentare per conservare l'arte urbana. Poggibonsi un caso virtuoso*, in Cadetti A., Marchese C., Pace F. (a cura di), *L'esperienza dell'arte pubblica e ambientale tra storia e conservazione*, Edifir, Firenze, 2020 (testo in corso di stampa).

[15] Per approfondimenti cfr. Cadetti A., Pace F., Rauseo A., *Il museo all'aperto di Luicciana tra storia e prospettive di conservazione*, in Cadetti A., Marchese C., Pace F. (a cura di), *L'esperienza dell'arte pubblica e ambientale tra storia e conservazione*, Edifir, Firenze, 2020 (testo in corso di stampa).

[16] Cfr. AA.VV. *Arte nel paesaggio. Pittura e scultura a Luicciana*, cataloghi mostre nelle edizioni del 1984 e del 2000.

[17] Le informazioni sono tratte dalla Relazione Tecnica consegnata al Comune di Luicciana e redatta dalla conservatrice Laura Rivaroli e dal conservation scientist Andrea Macchia, membri di YOCOCU, dopo il sopralluogo del 4 aprile 2019 condotto con l'Associazione CONl'Arte APS.

[18] Fra questi si ricordano la scheda OAC dell'ICCD e quella realizzata nell'ambito del progetto pilota *DIC - Documentare installazioni complesse*, coordinato da Marina Pugliese e Barbara Ferriani, per il quale vedi Ferriani B., Pugliese M., *Monumenti effimeri. Storia e conservazione delle installazioni*, Electa, Milano, 2009.

BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV., *Arte nel paesaggio. Pittura e scultura a Luicciana*, catalogo mostra, Nuova Zincografia Fiorentina, Prato, 1984.
2. Laureati L. (a cura di), *Affinità. Cinque artisti a San Gimignano*, catalogo mostra, S.P.E.S. Edizioni, Firenze, 1994.
3. AA.VV., *Arte nel paesaggio. Pittura e scultura a Luicciana*, catalogo mostra, Agenzia Verde, Prato, 2000.
4. Pioselli A., *L'arte nello spazio urbano. L'esperienza italiana dal 1968 a oggi*, Johan&Levi Editore, Lissone, 2015.
5. Cadetti A., Marchese C., Pace F. (a cura di), *L'esperienza dell'arte pubblica e ambientale tra storia e conservazione*, Edifir, Firenze, 2020 (testo in corso di stampa).

PROBLEMATICHE DI PROGETTAZIONE E INTERVENTO

RESTAURO DI UN'OPERA SERIGRAFICA REALIZZATA CON COLORI ALCHIDICI SU TELA DI CORNEILLE: RIMOZIONE DEL PROTETTIVO VINILICO DALLA SUPERFICIE E DELLE STUCCATURE IN SILICONE NON ORIGINALI

Ilaria Galliano*, Andrea Del Bianco, Lucia Vanghi*****

*Restauratrice, Diplomata presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, pfp2, 3735057202, ilariagalliano@gmail.com
** Chimico e Restauratore di Materiali Cartacei e Sintetici, Laboratorio degli Angeli S.r.l., Via degli Angeli 32, 40124, Bologna, Italia, Docente del corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, port. 349 3544838, adelbianco@hotmail.com
*** Restauratrice, docente di Restauro presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, via Belle Arti 54, 40126 Bologna, port. 349 4978619, lucia.vanghi@gmail.com

Abstract

Le monde des fables de Charles Perrault, opera serigrafica composta da otto tele assemblate stampate con colori alchidici e inserite in una cornice lignea nera, è stata realizzata nel 1977 dall'artista belga Corneille e attualmente appartiene alla Collezione di Casa Museo Remo Brindisi di Comacchio.
La presenza di elementi non originali che modificavano l'immagine del nostro manufatto rispetto agli altri esistenti ed il suo mediocre stato di conservazione ha indirizzato il lavoro ad un preventivo studio sull'autenticità dei materiali e della tecnica d'esecuzione.
L'obiettivo dell'intervento di restauro è stato quello di rimuovere lo strato protettivo superficiale vinilico non originale ed alterato e le stuccature effettuate con del materiale riempitivo trasparente di natura siliconica, identificati attraverso spettroscopia FT-IR, per ripristinare la leggibilità dell'insieme e la stabilità dello strato pittorico in parte decoeso. La delicata fase di pulitura è avvenuta a seguito di una sperimentazione condotta tramite test: ogni campione è stato osservato prima, durante e dopo ogni trattamento attraverso l'utilizzo del microscopio digitale Dino-lite.
L'applicazione combinata di più metodologie, sperimentali ed innovative tra cui la pulitura meccanica, l'uso di idrogel di PVA-borace caricati con percentuali variabili di miscele di solventi, l'uso del panno in microfibra e vapori di solvente ha permesso di ottenere dei risultati efficaci ed allo stesso tempo non invasivi.

Introduzione

Chiunque pratichi la professione di restauratore dei beni culturali si è ritrovato, almeno una volta, ad affrontare la rimozione di adesivi presenti su delle superfici particolarmente delicate, problematica che spesso può essere risolta attraverso l'applicazione di solventi liberi.
L'intervento di restauro condotto sull'opera *Le monde des fables de Charles Perrault* realizzata da Corneille e oggetto di tesi di diploma al corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, ha permesso di approfondire l'argomento della rimozione di adesivi di natura vinilica e siliconica su pitture contemporanee alchidiche.
Obiettivo dello studio e della sperimentazione è stato quello d'individuare, attraverso l'utilizzo di provini che riproducessero i materiali e le casistiche riscontrate sull'opera, le metodologie più adatte al rigonfiamento ed alla successiva rimozione delle resine sovrapposte alla superficie senza causare delle alterazioni irreversibili al materiale originale sottostante. Effettuare un tipo di pulitura localizzata e selettiva ha permesso di rispettare la diversa sensibilità chimica delle campiture dello strato pittorico, che come spesso accade, varia a seconda della composizione del colore.

Il caso studio

Le monde des fables de Charles Perrault appartiene alla Collezione di Casa Museo Remo Brindisi di Comacchio. E' stata realizzata nel 1977 dall'artista belga Guillaume Cornelis Van Beverloo **[1]**. Misura 149 x 278 cm ed è composta da otto tele assemblate inserite in una cornice lignea di colore nero. La tecnica d'esecuzione utilizzata per la creazione delle immagini è la serigrafia. Le figure sono stampate con colori alchidici su tele di cotone aventi una preparazione bianca di origine industriale. Queste ultime sono foderate e tensionate su dei pannelli lignei che possiedono dei rinforzi perimetrali. L'opera, datata e firmata sull'ultimo pannello in basso a sinistra, risulta essere un multiplo che Corneille ha realizzato in 74 esemplari **[2]**.





Figura 1 e 2. Recto e verso dell'opera *Le monde des fables de Charles Perrault* prima del restauro

Ad una prima analisi visiva l'opera presentava degli elementi che alteravano l'originalità dell'immagine come l'esistenza di uno strato protettivo molto degradato, stuccature accuratamente ritoccate per eliminare il disturbo visivo presenti nelle parti di tela lacerata e nelle lacune, e bordi neri perimetrali su ogni singola tela che provocavano un'interruzione della narrazione.



Figura 3. Bordi neri perimentrali presenti su ogni tela dell'opera

Grazie all'individuazione sul mercato antiquario di altri esemplari è stato possibile paragonare il nostro manufatto con altre stampe dello stesso soggetto, in modo da svolgere un preventivo studio sull'autenticità dei materiali incongrui riscontrati e indirizzare successivamente l'intervento di restauro. Si è inoltre cercato di ricostruire le vicende storiche e conservative che hanno interessato l'opera, in modo da individuarne anche le cause di degrado. Secondo la curatrice e responsabile del Museo, Laura Ruffoni, l'opera fu inviata smontata in

tutti i suoi pezzi dall'artista al Museo e fu montata dai collaboratori di Remo Brindisi senza seguire le indicazioni inviate da Corneille attraverso un libretto illustrativo di montaggio.
L'errato montaggio dell'opera e l'applicazione di prodotti non compatibili con quelli originali eseguite da personale non specializzato nell'ambito del restauro, ha condotto il manufatto verso una situazione di degrado. In particolare, lo strato "protettivo" superficiale, applicato per garantire una migliore conservazione ma non presente sugli altri esemplari, ha assunto nel tempo un comportamento dannoso per l'integrità dello strato pittorico, così come anche l'uso del materiale riempitivo trasparente utilizzato per stuccare i numerosi strappi causati durante la fase di montaggio.

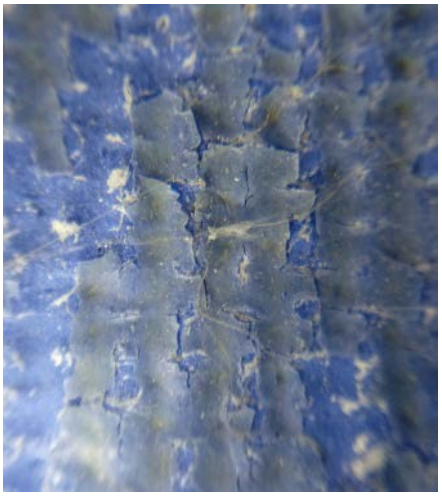



Figura 4 e 5. Fotografia con luce in radenza e macrofotografia dello strato vinilico superficiale.




Figura 6 e 7. Fotografia in luce radente e macrofotografia dello strato siliconico utilizzato come riempitivo.

Analizzando l'opera attraverso la fluorescenza ultravioletta si è potuto individuare l'estensione reale del protettivo e la sua diversa interazione con i colori, i quali, pur risultando apparentemente omogenei sotto tale strato, in realtà erano diversamente adesi al supporto in tela.
La disomogeneità dello strato, del quale è stata individuata la natura vinilica**[3]**, dipendeva dalla diversa interazione che questo ha avuto con i colori alchidici **[4]** usati per la stampa: un esempio possono essere le zone corrispondenti al colore blu oltremare, dove lo strato vinilico era più discontinuo e quasi distaccato dalla superficie, a differenza invece delle zone coincidenti al colore rosso di cadmio, nel quale il protettivo formava uno strato ancora omogeneo e completamente adeso al colore in quanto con esso più compatibile **[5]**. Sulle base di queste osservazioni si è quindi ipotizzata una pulitura localizzata e differenziata, ma anche integrata a seconda delle necessità dei diversi colori dello strato pittorico.

Sperimentazione: materiali selezionati, preparazione dei campioni e strumentazione

La sperimentazione ha avuto inizio con la scelta dei materiali da sottoporre al test: innanzitutto sono stati scelti tre colori della marca Winsor&Newton Alckyd Griffin **[6]** e nello specifico ocra gialla, verde smeraldo e rosso di cadmio medio. Per predisporre la scelta delle metodologie di rimozione degli adesivi dalle campiture è stato condotto un test di solubilità ai solventi su un campione di colore alchidico**[7]** steso a pennello su una tela di cotone avente una preparazione bianca industriale. I solventi testati sono stati acqua, alcol isopropilico, mek, butil acetato e ciclometicone D5**[8]**. I risultati hanno evidenziato che l'acqua ed il D5 non modificano la morfologia superficiale del colore e nemmeno la brillantezza, al contrario invece degli altri solventi, che sciolgono il colore alchidico opacizzandone la superficie e modificandone la morfologia. Data l'estrema sensibilità delle campiture proprio ai solventi efficaci per il rigonfiamento degli adesivi, si è deciso di ridurre la loro azione, somministrandoli attraverso l'utilizzo di mezzi disperdenti quali gel, panni in microfibra imbibiti e vapori. Tra i gel da caricare con i solventi organici sono stati selezionati agar e gellano (preparati al 4 %), nevek e idrogel di PVA e borace **[9]** al 12 % **[10]**; tra i panni è stato testato Vileda blu in microfibra **[11]** ed infine l'uso di vapori di solvente selezionato come metodo che non prevede il contatto diretto con la superficie. I panetti di agar e gellano sono stati immersi nei diversi solventi per almeno dodici ore prima dell'utilizzo. Per quanto riguarda invece la composta di nevek ed il panno da utilizzare imbibito, i solventi sono stati applicati ai materiali dopo la loro stesura sui campioni. Solo per l'idrogel di PVA, i solventi sono stati inseriti durante la fase di preparazione del prodotto. E' stato poi deciso di limitare ulteriormente l'azione dei solventi caricati nei gel fisici (agar, gellano e nevek) rendendo idrofoba temporaneamente la superficie attraverso l'uso del ciclometicone D5. Questo non è stato invece applicato in presenza del gel chimico di PVA e borace, del panno imbibito e dei vapori di solvente in quanto, essendo dei metodi sperimentali, se ne è voluto testare efficacia tal quale.

Nella preparazione dei campioni, i colori sono stati stesi a pennello su una tela misto cotone con preparazione bianca di origine industriale. Per ogni colore sono stati preparati dodici campioni della grandezza di 4x4 cm: su sei campioni è stato steso il Vinavil NPC Stella Bianca a pennello, mentre sugli altri sei è stato applicato a spatola il silicone Saratoga trasparente universale.
Ad ogni campione è stato assegnato un metodo di pulitura secondo il seguente ordine di applicazione: agar, gellano, nevek, idrogel di PVA e borace, panno e vapori. A sua volta ogni campione è stato diviso in quattro parti per l'applicazione dei diversi solventi o miscele di solventi con lo stesso mezzo disperdente.
Per le prove con il silicone, i materiali che hanno previsto il metodo acquoso non sono stati testati, essendo il silicone un materiale idrofobo.
Per un migliore controllo dei test è stata effettuata una campagna diagnostica per immagine su ogni campitura e per ogni metodologia, eseguendo delle macrofotografie in luce visibile e delle foto con il microscopio Dino-lite con ingrandimento standard di 50x. Tale documentazione si è rivelata fondamentale per osservare l'interazione tra l'adesivo e lo strato pittorico, nello specifico il rigonfiamento della pellicola adesiva, la morfologia dello strato pittorico dopo la rimozione dell'adesivo e un'analisi approfondita sulla pellicola adesiva una volta rimossa.
Ogni prova ha avuto tempi di applicazione di trenta minuti e per ognuna è stato realizzato un diagramma di Kiviat **[12]**, valutando i risultati attraverso una osservazione dei campioni prima e dopo l'applicazione, seguendo i parametri di Morfologia superficiale, Assenza di residui, Integrità di brillantezza, Capacità pulente e Applicabilità del metodo.

Risultati della sperimentazione

I risultati ottenuti dalle prove di rimozione dell'adesivo vinilico mettono in evidenza che tutte le metodologie che hanno visto l'applicazione dei solventi tramite i gel rigidi di agar e gellano e il panno Vileda imbibito di solvente, sono risultate invasive.
Anche se la pellicola vinilicadopo trenta minuti di applicazione risultava rigonfiata, il D5 non è riuscito a contrastare l'azione dei solventi, che in questo caso hanno provocato delle alterazioni di brillantezza e di morfologia superficiale del colore.
La prova meno soddisfacente è stata ottenuta con il butil acetato applicato tramite nevek in quanto il solvente ha solubilizzato il colore.
L'applicazione dei solventi alcol isopropilico, mek e butil acetato tramite idrogel di PVA e borace al 12% e il solvente mek e butil acetato sotto forma di vapori, hanno avuto invece degli esiti positivi. Infatti, dopo trenta minuti dall'applicazione del gel, la pellicola tende a staccarsi quasi completamente dalla superficie pittorica, grazie all'azione viscoelastica dell'idrogel, che tende ad inglobarla al suo interno, e le parti residue sono comunque facili da rimuovere dalla superficie. Il solvente, attraverso questo tipo di supportante, non solubilizza e non altera il colore.

Riguardo l'applicazione di vapori, il mek e il butil acetato riescono a sensibilizzare unicamente la pellicola adesiva senza interagire con la campitura sottostante, in quanto le molecole si trovano in un sistema rarefatto. La rimozione dell'adesivo avviene quindi in modo agevole e senza lasciare residui sulla superficie pittorica.

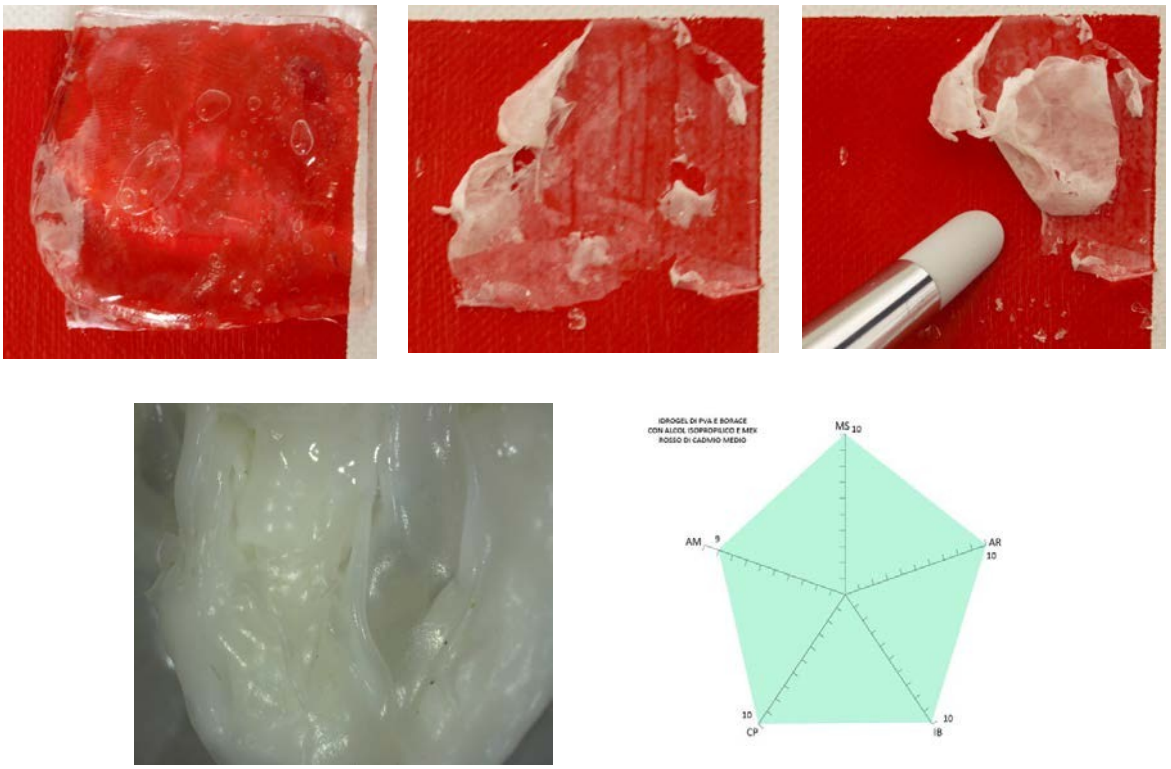


Figura 8. Prove eseguite con l'idrogel di PVA e borace al 12% con il 20% di una soluzione di alcol isopropilico e mek in rapporto 1:1. Da sinistra: applicazione dell'idrogel sul campione; aspetto della pellicola vinilica dopo 30 minuti dall'applicazione dell'idrogel; rimozione della pellicola vinilica con il pennello in silicone; macrofotografia della pellicola rimossa nella quale non sono presenti residui di colore alchidico e infine il diagramma di Kiviat realizzato in base ai risultati del test

Per quanto riguarda invece i risultati ottenuti dalle prove di rimozione dell'adesivo siliconico, si può evincere che tutti i metodi composti da sistemi acquosi e cioè tutti gli idrogel, benché caricati di solvente, non sono stati efficaci per il rigonfiamento della pellicola adesiva. Gli idrogel infatti, costituiti principalmente da acqua, non riescono ad interagire con il silicone, essendo quest'ultimo un composto apolare.
Tuttavia, anche i vapori di solvente non hanno permesso il rigonfiamento dell'adesivo.
Il migliore risultato ottenuto per la rimozione dello strato è stato riscontrato nell'applicazione del ciclometicone D5. Come metodologia d'intervento, l'applicazione a pennello del solvente è risultata positiva in quanto, grazie alla sua affinità con il materiale siliconico, provoca un sensibile rigonfiamento e ammorbidimento della pellicola adesiva. Non è avvenuta nessuna modifica di morfologia del colore e nemmeno della sua brillantezza, anche a completa evaporazione del solvente.
Un altro risultato positivo è stato ottenuto dall'applicazione dei solventi mek e butil acetato tramite panno in microfibra. L'impacco è riuscito a rigonfiare parzialmente lo strato siliconico permettendone la rimozione.

Test sull'opera

Le migliori metodologie applicative sono poi state testate sull'opera, per verificare la corrispondenza degli effetti sul caso reale, tenendo presente che i campioni non avevano avuto alcun tipo di trattamento d'invecchiamento accelerato e che quindi i test svolti sull'opera avrebbero potuto subire delle variazioni in merito ai tempi di applicazione e sull'esito.
Le metodologie scelte per testare la rimozione dello strato vinilico sono state: pulitura meccanica, (solo dove lo strato vinilico e siliconico erano poco adesi alla superficie); vapori di mek; idrogel viscoelastico di PVA e borace al 12% con il 20% di una soluzione di alcol isopropilico e mek in rapporto 1:1. Le prove sono state svolte su cinque campiture: blu oltremare, ocra gialla, rosso di cadmio, verde chiaro e verde scuro.
Per la rimozione dello strato siliconico, le metodologie scelte per i test sono state principalmente: pulitura meccanica, panno in microfibra imbibito di mek ed il solvente ciclometicone D5. I test sono stati svolti sulla campitura blu oltremare scelta perché su tale colore l'adesivo siliconico era maggiormente presente.

Ogni prova ha avuto tempi di applicazione di trenta minuti.

Risultati

Per la rimozione del materiale vinilico, il primo test eseguito è stato il vapore di solvente mek che ha permesso di ottenere dei risultati positivi per quanto riguarda la campitura ocra gialla, verde e rosa scuro, mentre su altri colori, tale applicazione modifica la loro saturazione e il loro grado di brillantezza.
Per quanto riguarda le altre campiture nelle quali la rimozione risultava difficoltosa e problematica, l'idrogel di PVA e borace al 12% con il 20% di una soluzione di alcol isopropilico e mek in rapporto 1:1, ha permesso il rigonfiamento e la rimozione della pellicola senza che i solventi interagissero con i colori sottostanti.
Per la rimozione dell'adesivo siliconico la prima prova svolta è stata l'applicazione del solvente ciclometicone D5 ma, a differenza dei test preliminari, dopo la sua stesura si è notato che le campiture tendono a saturarsi, anche a completa evaporazione del solvente. Di fatto l'azione diretta del solvente D5 nei confronti del legante siliconico invecchiato fa migrare delle componenti sul colore circostante modificandone la saturazione. Tale metodo è stato escluso. Una seconda prova è stata svolta con il panno in microfibra Vileda blu imbibito di solvente mek. L'impacco ha previsto tempi di applicazione ridotti, da trenta minuti testati sui campioni a dieci minuti, per evitare appunto che il solvente solubilizzasse le campiture alchidiche: il risultato è stato valutato positivamente in quanto dopo dieci minuti dall'applicazione il silicone era ammorbidito e rigonfiato, la sua rimozione meccanica risultava facilitata e le campiture non apparivano modificate dall'azione del solvente.

Scelta dei metodi applicativi

I risultati ottenuti dai test hanno confermato l'opportunità di effettuare un tipo di pulitura differenziata a seconda dei punti, ma anche integrata a seconda delle necessità dei diversi colori dello strato pittorico. I metodi scelti per la rimozione del materiale vinilico sono stati quindi la pulitura meccanica, i vapori di solvente mek e l'idrogel di PVA e borace.



Figura 9. Rigonfiamento dello strato vinilico attraverso i vapori di solvente

Su alcune zone sono stati applicati più metodi di pulitura, come ad esempio il colore ocra gialla e il verde scuro che sono stati sottoposti inizialmente ad un tipo di pulitura meccanica, poi ad un'applicazione di vapori per il rigonfiamento e la rimozione della pellicola vinilica maggiormente adesa ed infine anche ad una pulitura puntuale con l'idrogel di PVA e borace per l'eliminazione dei residui.

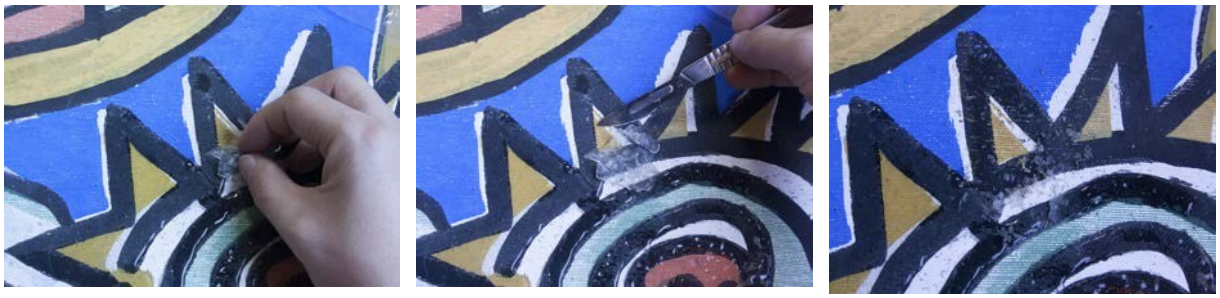


Figura 10. Applicazione dell'idrogel di PVA e borace e rimozione meccanica dello strato vinilico

Per quanto riguarda invece la rimozione dello strato siliconico, si è scelta l'applicazione del panno in microfibra imbibito di solvente mek per dieci minuti utile ad ammorbidire lo strato siliconico senza la solubilizzarne dei suoi componenti seguita da una pulitura meccanica per la rimozione dello strato.



Figura 11. Applicezione del panno in microfibra Vileda con il solvente mek e rimozione dello strato siliconico

Conclusioni

Le particolari condizioni conservative dell'opera *Le monde des fables de Charles Perrault* hanno dato l'occasione di svolgere degli studi su materiali e metodi non convenzionali e innovativi per la rimozione di adesivi di natura vinilica e siliconica su pitture alchidiche.
Il risultato più importante è stato quello di aver riscontrato esiti differenti nei confronti del rigonfiamento degli adesivi a parità di solvente testato, con modalità applicative differenti.
I vapori di solvente così come anche i gel viscoelastici si sono rivelati un'ottima soluzione per la rimozione della resina vinilica.
Nel restauro conservativo, soprattutto nell'ultimo decennio, i gel viscoelastici si sono dimostrati un'ottima soluzione nella delicata fase della pulitura grazie al loro graduale rilascio del solvente e soprattutto alla loro malleabilità, che permette di adattarsi alle superfici e riuscire ad inglobare al loro interno i depositi superficiali, limitando l'interazione con i materiali originali.
La sperimentazione sull'adesivo siliconico, materiale relativamente recente e pertanto dalle problematiche non ancora esplorate, ha avuto un esito positivo soprattutto con l'utilizzo del panno Vileda blu in microfibra, già conosciuto nel restauro conservativo come materiale per il dry cleaning, che in questo caso è stato però imbibito di solvente simulando l'azione di supportante per un impacco.
In definitiva con l'intervento di pulitura è stato possibile rimuovere i materiali applicati al di sopra di una tecnica pittorica sensibile agli stessi solventi utili per il rigonfiamento dello strato protettivo. L'applicazione combinata di più metodologie, sperimentali, innovative e differenziate per campiture di colore, ha permesso di risolvere tali problematiche. Un ulteriore conferma è data dalle indagini diagnostiche in luce ultravioletta effettuate prima e dopo l'intervento di pulitura.





Figura 12 e 13. Fotografia in luce ultravioletta dell'opera Le monde des fables de Charles Perrault prima e dopo la pulitura

NOTE

[1] Guillaume Cornelis van Baverloo (Liegi, 3 luglio 1922- Auvers-sur-Oise, 5 settembre 2010) è stato un pittore e scultore belga. Cofondatore del movimento sperimentale Reflex, successivamente divenuto il gruppo artistico d'avanguardia Co.Br.A nel 1948.
[2] Informazione rinvenuta presso: http://bbcc.ibc.regione.emilia-romagna.it/pater/loadcard.do?id_card=52247
[3] L'individuazione di un legante vinilico è stato possibile grazie alle analisi FT-IR.
[4] Chimicamente gli alchidici sono dei poliesteri modificati che si ottengono mediante polimerizzazione per condensazione di polialcoli (glicerina), acidi grassi (acido ftalico) e oli siccativi a cui vengono addizionati altri composti tra cui solventi e plastificanti.
[5] Grazie alle analisi FT-IR si è potuta conoscere la natura chimica del legante. I colori analizzati mostrano tutti i picchi tipici del legante alchidico, e le campiture polverulenti, come ad esempio il blu oltremare, hanno una quantità minore di legante al loro interno.
[6] La marca dei colori per la sperimentazione è stata scelta in base ai risultati ricavati dalle analisi FT-IR. Gli spettri ottenuti dalle campiture dell'opera sono stati confrontati con quelli presenti sulla piattaforma online IRUG, trovando notevoli similitudini con la marca Winsorn & Newton.
[7] Il colore di riferimento scelto per i risultati delle prove è il rosso di cadmio medio.
[8] Il ciclometicone o cilopentasilossano è formato da un anello di cinque atomi di silicio legati ad atomi di

ossigeno con formula chimica [(CH3)2SiO]5. È un liquido incolore, inodore e limpido. Presenta una bassa viscosità ed è estremamente volatile. Non è infiammabile né miscelabile con l'acqua.
[9] L'idrogel viscoelastico PVA-borace rientra tra le categorie di gel che hanno trovato largo utilizzo nel restauro conservativo dell'ultimo decennio. L'alcol polivinilico (PVA) reagendo con il tetraborato di sodio (borace) forma un sistema tridimensionale reticolato, con l'ottenimento di un materiale dalle proprietà estremamente elastiche, trasparente ed incolore, con un'elevata ritenzione, ed una bagnabilità ridotta. Una delle caratteristiche fondamentali del prodotto risiede nella sua malleabilità e nella capacità di inglobare al suo interno le polveri ed i materiali che si trovano esterni alla superficie, senza lasciare residui.
[10] Per ottenere il gel viscoelastico sono state preparate separatamente le soluzioni acquose di PVA e di borace entrambe al 12% in peso. Dopo la completa solubilizzazione a caldo, sono state miscelate le soluzioni in proporzione 4:1 (4 parti di PVA e 1 parte di borace) in volume. Infine è stato inserito il 20% in volume di solvente (alcol isopropilico e mek in proporzione 1:1). La reazione avviene in modo immediato, ma per assicurarsi la completa riuscita del procedimento, bisogna agitare energicamente il composto.
[11] Polietilentereftalato (PET), Poliestere (Nylon) e Poliammide. Presenta una superficie feltrata.La tessitura determina una superficie di contatto limitata e controllata. Moderatamente assorbente.
[12] Metodo grafico in forma bidimensionale che permette di rappresentare dei dati assegnando dei valori su degli assi che hanno tutti la stessa origine dal centro.

BIBLIOGRAFIA

1. A. Giuffredi, A. Del Bianco, M. Di Foggia, *La rimozione dei depositi superficiali del gesso mediante idrogel viscoelastici di alcol polivinilico e borace*, tratto da "Lo Stato dell'Arte", XVII Congresso Nazionale IGIIC – Chiesa di Cristo Flagellato dell'ex Ospedale San Rocco, Matera, Nardini, Firenze, 10-12 ottobre 2019.

2. E. Carretti, S. Grassi, M. Cossalter, I. Natali, G. Caminati, R. G. Weiss, P. Baglioni, L. Dei, *Poly(vinyl alchool)-borate hydro/cosolvent gels: viscoelastic properties, solubilizing power, and application to art conservation*, tratto da "Langmuir", 2009.

3. M. Daudin-Schotte, H. Van Keulen, K.J. Van den Berg, *Analisi e applicazione di materiali per la pulitura a secco di superfici dipinte non verniciate*, Il Prato, Padova, 2014.

4. C. Privitera, *Le resine viniliche: dalla pittura al restauro. Prove sperimentali sulle pitture al Vinavil*, tratto da "Lo stato dell'Arte" 15, XV Congresso Internazionale IGIIC – Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Nardini, Firenze 12/14 ottobre 2017.

5. M.C. Gaetani, F.E. Capasso, M. Giandomenico, M. Coladonato, *Studio ed utilizzo del Ciclometicone D5 si dipinti murali staccati. Il caso studio degli affreschi romani provenienti dal parco archeologico di Sibari*,in "Lo stato dell'arte", XVI Congresso Nazionale IGIIC, Castello del Buonconsiglio - Trento, Nardini, Firenze,25-27 ottobre 2018.

6. A. Del Bianco, G. Leonetti, *Un caso.-studio di rammollimento controllato e riadesione di un film pittorico. Una proposta operativa attraverso l'uso localizzato di vapori di solventi.* tratto da gli atti del convegno Supporto e(') immagine, VIII Congresso Internazionale Colore e Conservazione, Venezia, 23-24 Novembre 2018.

RESTAURO DI UN DIPINTO SU TAVOLA DEL XIV SECOLO: APPROCCIO CRITICO ALL'INTEGRAZIONE PITTORICA E UTILIZZO DI SISTEMI DIGITALI A SUPPORTO DELL'INTERVENTO ESTETICO

Gloria Iotti*, Graziella Accorsi, Andrea Vigna*****

*Restauratrice, Diplomata presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, pfp2, 3343137904, glogloria.iotti@mail.com
** Restauratrice, Docente di Restauro presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, Via delle Belle Arti 54, 40126 Bologna, 3284631509, graziella.accorsi@ababo.it
*** Restauratore, Docente presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, Via delle Belle Arti 54, 40126 Bologna, 3357083364, andrea.vigna@ababo.it

Abstract

L'opera, proveniente dal Museo della Basilica Santuario di Santo Stefano, è un dipinto a tempera su tavola su sfondo dorato con incorniciatura intagliata e dorata, di autore ignoto della seconda metà del Trecento, raffigurante la *Madonna con il Bambino.*
Il dipinto volgeva nel complesso in cattivo stato di conservazione, dovuto sia ai naturali processi deteriorativi dei materiali costituenti che ai numerosi restauri e rifacimenti che aveva subìto nel tempo.
Lo stato di degrado della preparazione e della pellicola pittorica era differente a seconda delle zone: la parte superiore si presentava a tratti quasi integra e meno soggetta ai restauri precedenti, la parte inferiore mostrava invece numerosi sollevamenti e cadute di colore nonché un numero maggiore di interventi e vaste integrazioni. Il sommarsi di residui di ridipinture, riferibili ai vecchi interventi, ha arrecato un danno consistente all'immagine estetica complessiva poiché eseguiti con materiali discordanti da quelli originali che si sono alterati cromaticamente e che in molti casi andavano a coprire la pellicola pittorica originale. Anche l'intera incorniciatura originariamente interamente dorata a guazzo, era stata radicalmente rimaneggiata con alternanze di oro, argento e laccature su uno strato preparatorio che superava di ben tre volte lo spessore di quello originale, nascondendo così il suo raffinato intaglio a foglie d'acanto stilizzate.
Dati i valori insiti nel dipinto, il restauro ha avuto come obiettivo primario quello di riportare alla luce ciò che di originale era pervenuto, liberando l'opera da ogni ridipintura e rimaneggiamento.
L'intervento di integrazione pittorica ha avuto come finalità il recupero di una migliore e corretta leggibilità complessiva dell'opera pur evitando di incorrere in ricostruzioni arbitrarie di parti mancanti e rispettando l'etica di riconoscibilità e reversibilità. Date le vaste e numerose lacune che interessavano anche porzioni importanti della figurazione, in particolare nella parte inferiore, si è seguito un processo graduale di valutazione delle possibili metodologie da adottare, che ha previsto anche l'uso di sistemi digitali professionali al fine di visualizzare e comparare le proposte di integrazione prima di operare sull'originale.
Per l'aumento della leggibilità d'insieme è stata stesa dapprima una base che richiamasse il colore della preparazione originale, successivamente sono state integrate a tono tutte le piccole lacune e a selezione cromatica quelle di media grandezza. Per l'integrazione della grande lacuna nella parte inferiore del dipinto sono state elaborate diverse prove di integrazione pittorica digitale che ci hanno permesso di scartare alcune ipotesi e guidarci alla scelta metodologicamente più corretta.
La ricostruzione adottata, pur essendo una soluzione di compromesso, ha però consentito di recuperare la lettura di una buona parte del dipinto senza interpretazioni personali delle parti non ricostruibili come la mano della Madonna e del cartiglio.
Per quanto riguarda l'incorniciatura, a differenza di quello che si è fatto sulla superficie pittorica, si è data priorità all'istanza più importante da valorizzare e di conseguenza la scelta operativa da adottare: si è deciso di rimuovere la metallizzazione del rifacimento ad oro e argento che falsava la lettura dell'intera opera e di eseguire una nuova doratura volta a riproporre i valori cromatici e simbolici originari.

Introduzione

Lo studio è stato effettuato su l'oggetto di tesi di diploma del corso di restauro dell'Accademia di Belle Arti di Bologna, un'opera trecentesca di autore ignoto dipinta a tempera su tavola raffigurante la Madonna con il Bambino Gesù incorniciata in un'edicola dorata pentalobata sorretta da colonnine tortili e proveniente dal Museo della Basilica Santuario di Santo Stefano a Bologna (fig. 1).
L'opera, che misura complessivamente cm 102 x 71,7 x 7, è costituita dalla scena principale che si staglia su un velario sorretto da quattro angeli a mezza figura e due scena dell'Annunciazione dipinte al di sopra dell'arco pentalobato. Queste ultime, insieme agli angeli reggi cortina, sono dipinte su uno sfondo dorato realizzato a guazzo che, come le aureole di tutte le figure, presenta particolari decorazioni punzonate.

Nonostante le ricerche storico-stilistiche e lo studio sfragiologico dei punzoni non abbiano portato all'identificazione dell'autore, le osservazioni fatte sembrano comunque ricondurre la mano dell'artista, tutt'altro che inesperta, ad un ambiente forestiero, o in alternativa, ad un pittore bolognese con formazione veneto-toscana **[1]**. Il manufatto, caratterizzato da un forte stato di degrado causato sia dai naturali processi deteriorativi che da quelli di numerosi rifacimenti falsanti e discordanti con l'originale (fig. 2 e 3), soprattutto della parte estetica, hanno portato ad approfondire il tema dell'integrazione pittorica e quello dell'utilizzo dei sistemi digitali a supporto della scelta dell'intervento estetico. Oltre a questo, è stato possibile studiare anche il tema dell'integrazione di parti dorate mancanti, analizzando il problema sia da un punto di vista teorico, basato sulla *Teoria del Restauro* di Cesari Brandi, sia da un punto di vista pratico, fondato su un *modus operandi* in cui dipinto e incorniciatura costituiscono un *intero* e pertanto l'intervento di una parte non deve discordare da quello eseguito sull'altra.





Figure 1, 2 e 3. A sinistra: Madonna con Bambino prima del restauro, seconda metà del XIV secolo, Bologna, Museo di Santo Stefano; al centro e a destra: particolare del volto della Madonna in luce UV mostrante i ritocchi pittorici dei restauri precedenti e stesso particolare durante le fasi di pulitura e rimozione delle vecchie integrazioni che nascondevano buona parte della pittura originale

Prime fasi dell'intervento pittorico del dipinto

A seguito delle iniziali fasi di lavorazione quali il consolidamento del supporto ligneo, la fermatura degli strati preparatori e pittorici e la successiva pulitura del film pittorico da vernici ossidate e vecchie integrazioni alterate, si è proceduto alla rimozione degli stucchi di rifacimento e alla stesura dell'appretto utile alla fase di stuccatura delle lacune **[2]**.

Come evidenziato nell'immagine al termine delle operazioni di stuccatura (fig. 4), l'opera presentava lacune di piccole e medie dimensioni distribuite in modo esteso localizzate principalmente nelle parti centrali e inferiori ma soprattutto una vastissima area mancante che interessava anche porzioni importanti della figurazione (il manto, la spalla e parte della mano della Vergine, parte della veste che avvolge la gamba destra del Bambino e ne definisce i contorni, l'intero piede sinistro e quasi tutto il cartiglio).

Si è proceduto gradualmente, partendo dalle mancanze che ponevano meno dubbi di tipo critico: per l'aumento della leggibilità dell'insieme nella parte dipinta, è stata eseguita in più passaggi una base a puntinato che richiamasse il colore della preparazione originale e successivamente sono state integrate a tono tutte le piccole lacune (fig. 5 e 6) e a tratteggio intonato quelle di media grandezza (fig. 7 e 8).

Tutta la prima fase di integrazione è stata condotta con colori ad acquerello, scelti per la loro trasparenza e per la compatibilità con altre tecniche indicate per le velature finali.

Per quanto riguarda invece le lacune e le abrasioni delle parti dorate, è stato deciso di integrare le prime con foglia d'oro successivamente attenuata con velature, necessaria per ottenere una analoga rifrazione della luce all'oro originale che era ben conservato e poco abraso; e le seconde utilizzando oro in conchiglia.



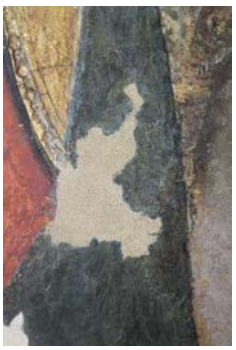




Figure 4, 5, 6, 7 e 8. Da sinistra a destra: fronte dell'opera a stuccatura ultimata; fase dell'integrazione pittorica a tono delle lacune di piccole dimensioni (prima e dopo); fasi dell'integrazione pittorica a tratteggio intonato nelle lacune di medie dimensione (prima e dopo)

Utilizzo dei sistemi digitali a supporto dell' intervento estetico delle grandi lacune

Il problema della reintegrazione delle lacune è sicuramente uno degli argomenti più discussi e citati in tutta la trattatistica teorica del restauro e, indubbiamente, è considerata la fase più delicata e difficile da mettere in pratica da parte dell'operatore.

L'importanza di un ritocco che rispetti sia l'istanza estetica che l'istanza storica, nonché il dogma della reversibilità, continua ad essere il criterio fondamentale per ricreare quella unità potenziale dell'opera d'arte di cui parla Cesare Brandi, affermando inoltre che *si dovrà cercare di sviluppare la potenzialità dell'unità originaria che ciascuno dei frammenti contiene, proporzionalmente alla sopravvivenza formale superstite in essi* **[3]**.

Nonostante tanta attenzione al problema della reintegrazione delle lacune, è ancora molto difficile capire come un'opera di questo tipo possa essere integrata nel giusto modo, soprattutto quando si parla di grandi lacune, come nel caso di un dipinto come il nostro, altrimenti mediamente in buone condizioni conservative.

Non potendo fare di questa fase del restauro una prassi universale data la scontata unicità di ogni opera, è però possibile diminuire il carattere soggettivo di un intervento e portarlo su un piano più oggettivo. Questo grazie a sistemi digitali professionali che aiutino l'operatore a "vedere" l'intervento finito prima delle fine dell'esecuzione dell'integrazioni pittorica **[4]**.

Prima di procedere alla fase della progettazione virtuale del ritocco, come accennato poco sopra, si è proceduto con la chiusura delle lacune di minori dimensioni per ridurre quanto più possibile gli elementi di disturbo visivo, non essendoci stati dubbi sul tipo di integrazione da eseguire su di esse.

Successivamente a questa prima fase di intervento pittorico, l'opera presentava solo l'estesa lacuna comprendente tutta la parte inferiore del dipinto e parte del manto della Madonna. Pertanto, si è potuta iniziare la fase di progettazione digitale dell'integrazione estetica di questa mancanza, eseguita con software Adobe Photoshop CS6 versione 13.0, con la consapevolezza che il restauro digitale, in particolare riguardo alla policromia e alla percezione del colore, ancora oggi ha grandi limiti per la numerose variabili percettive **[5]**.

Nonostante queste variabili però, una lacuna, specie se di grandi dimensioni, è un problema che il rendering digitale può aiutare a progettare. Non solo, esso diventa uno strumento molto utile nel momento di comunicazione tra gli operatori e soprattutto con gli organi di tutela o la committenza, non sempre in grado di immaginare l'intervento estetico finito.

Dopo aver eseguito una fotografia dell'opera in formato RAW **[6]** per avere un'alta qualità d'immagine, è stato creato un pennello Adobe Photoshop personalizzato, sulla base del tratto personale dell'operatore, così che l'intervento virtuale risultasse il più possibile rappresentativo del risultato possibile.

Per la creazione di tale pennello virtuale si è partiti da un gruppi di segni realizzati a mano su un foglio di carta o una tavoletta di gesso. I tratti, per facilitare la fase di campionatura successiva su Photoshop, sono stati eseguiti con un unico colore coprente, con caratteristiche dimensionali e di distanza tra i singoli tratti diverse, con stesura omogenea e con tratti il più simili possibile a quelli da usare nella reintegrazione vera e propria (fig. 9 e 10).

Una volta eseguiti i vari tratteggi, è stato scelto il gruppo di pennellate che si sono rivelate più "pulite" e utilizzabili dal sistema digitale.

I gruppi di segni sono stati selezionati e, su un altro livello, sono stati regolati nelle impostazioni del contrasto e della luminosità per far sì che i tratti selezionati risultassero ancora più definiti **[7]**. Infine sono stati selezionati all'incirca una decina di elementi e si è realizzato il pennello su "modifica" nella barra degli strumenti e cliccando su "definisci nuovo pennello" (fig. 11, 12 e 13). Le immagini riguardanti l'opera sono state elaborate selezionando il profilo colore CMYK **[8]** (ciano, magenta, giallo e nero) al fine di ottenere, in una possibile fase di stampa, dei colori realistici.







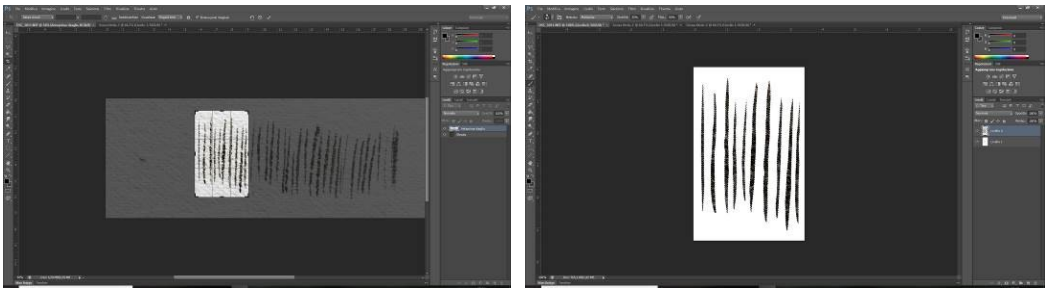


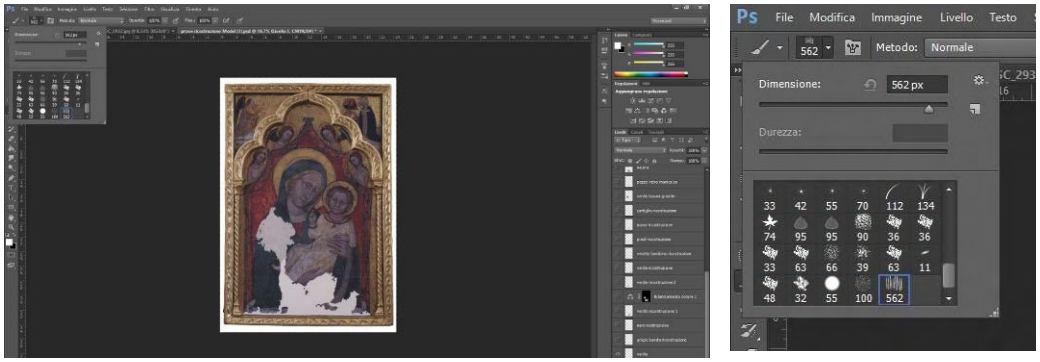
Figure 9, 10, 11, 12 e 13. In alto a sinistra: tratteggio eseguito a mano dall'operatore su foglio di carta con pennelli di grandezza differente; in alto a destra e in basso: selezione del gruppo di pennellate utili alla creazione del "pennello" virtuale in Photoshop

A questo punto si è potuto iniziare il lavoro di progettazione digitale al fine di comprendere il tipo di integrazione migliore per la grande lacune dell'opera che, oltre a interessare il cartiglio posto nella parte inferiore del dipinto, si estendeva anche sul manto della Madonna. È stata quindi selezionata la lacuna e, su diversi livelli, sono state effettuate le diverse prove di integrazione pittorica che qui di seguito vengono riportate:
- Ricostruzione totale delle parti mancanti (fig. 14)
- Ricostruzione a tratteggio intonato della parte del manto della Madonna fino alla veste del Bambino e astrazione cromatica del resto della lacuna (fig. 15)
- Trattamento dell'intera lacuna a neutro (fig. 16)
- Ricostruzione a tratteggio intonato della parte del manto della Madonna fino alla veste del Bambino e integrazione a neutro nel resto della lacuna (fig. 17)



Figure 14, 15, 16 e 17. Da sinistra a destra: simulazione della ricostruzione integrale della lacuna; simulazione della ricostruzione del manto e astrazione cromatica; simulazione dell'intera lacuna a neutro; simulazione della ricostruzione del manto e integrazione a neutro

Sia il tratteggio che la tecnica del puntinato, usati per l'esecuzione delle proposte sopra descritte, sono stati eseguiti con specifici "pennelli" virtuali. Il tratteggio è stato fatto con il pennello personalizzato, creato ad inizio lavoro, direzionando l'andamento e la distanza del tratto nelle specifiche impostazione, il puntinato è invece stato effettuato con un pennello preimpostato, nello specifico "spruzzo 59" il quale dava il giusto effetto voluto (fig. 18, 19 e 20).



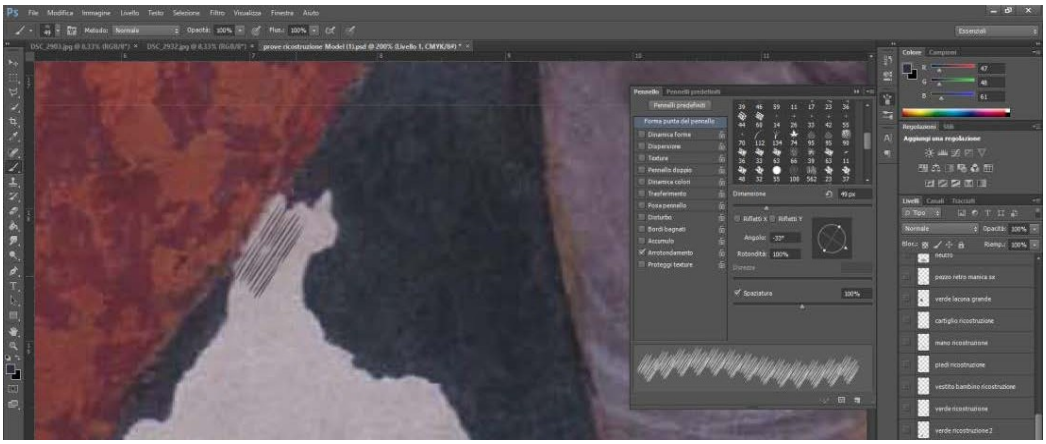


Figure 18, 19 e 20. In alto: visualizzazione del gruppo di pennellate nella lista dei "pennelli" predefiniti e ingrandimento della lista dei pennelli in cui si vede selezionato il pennello creato ad hoc per la progettazione dell'intervento; in basso: esecuzione del tratteggio

La ricostruzione integrale della lacuna è stata proposta sulla base di una fotografia del dipinto dei primi decenni del Novecento **[9]**. Nell'immagine, la più antica a noi pervenuta, la figura compare quasi completa per la presenza di un'estesa ridipintura. L'ipotesi di una ricostruzione sulla base di ridipinture non antiche e che per altro non si accordavano cromaticamente al tono del colore originale dopo la pulitura, non è mai stata considerata realmente proponibile, ma è servita da confronto con le altre proposte e per avere un quadro completo da sottoporre alla Committenza.
L'integrazione con il metodo dell'astrazione cromatica è un tentativo di tonalizzare la grande lacuna, sommando i diversi colori presenti nel dipinto. Il risultato è di un'area che anziché indietreggiare in un livello secondario rispetto alla pittura originale, si pone, per determinate problematiche percettive **[10]**, come "figura" rispetto al dipinto che diventa suo "sfondo".
Il trattamento dell'intera lacuna a neutro si configura come la proposta più corretta e rispettosa del testo originale, anche se limita notevolmente la lettura dell'immagine, considerata la collocazione della perdita nella zona centrale del dipinto.
La proposta di ricostruzione della parte del manto della Madonna fino alla veste del Bambino e l'integrazione con un tono neutro del resto della lacuna è una soluzione di compromesso che consente di recuperare la lettura dei volumi della spalla e del manto della Madonna, senza interpretazioni arbitrarie delle parti non riproponibili come la mano della Vergine e le parti mancanti del cartiglio.
Inoltre la riduzione dell'estensione della mancanza nella zona centrale della scena, riduce notevolmente il disturbo e il "peso" visivo della lacuna nella lettura dell'immagine nel suo insieme.
Valutati gli esiti delle proposte, in accordo con la Direzione Lavori, si è deciso di eseguire l'intervento pittorico seguendo l'ultima simulazione, ovvero ricostruendo la parte della lacuna in corrispondenza del manto con il metodo del tratteggio direzionato, condotta con tratti molto minuti seguendo l'andamento delle forme o il ductus della pennellata, e integrando con un tono neutro la restante parte di lacuna. Per il tono di quest'area non ricostruibile, è stato deciso un tono leggermente più chiaro e freddo rispetto alla preparazione visibile dalle abrasioni nella veste del Bambino che è stato reso non con campiture piatte, ma tramite piccolissimi puntini accostati, che da vicino restituiscono una superficie vibrante e non monotona.
La soluzione scelta, oltre a rispondere ai criteri di riconoscibilità e non arbitrarietà, restituisce un'immagine già accettata dall'immaginario collettivo e radicata nella memoria storica dei fedeli e del pubblico (fig. 21, 22, 23 e 24).
Completata la fase di ritocco ad acquerello, l'opera è stata verniciata a pennello **[11]**. L'ultima fase di integrazione è stata condotta con colori a vernice Gamblin Conservation Colours **[12]** che ci hanno consentito sia la realizzazione di velature, che di integrazioni coprenti utili alla riduzione dell'interferenza visiva di macchie scure (fig. 26).



Figure 21, 22, 23, 24, 25 e 26. In alto a sinistra: integrazione a tratteggio della lacuna del manto della Madonna sull'opera; in basso a sinistra: integrazione a neutro della parte inferiore del dipinto; a destra: fronte dell'opera a restauro ultimato

L'incorniciatura: riflessioni teoriche e integrazione della doratura

Solo in corso d'opera grazie ad indagini stratigrafiche osservate al microscopio **[13]**, si è reso evidente che l'intera incorniciatura era stata completamente riammanita (fig. 27 e 28), ridorata e in parte argentata e laccata, e solo dopo l'apertura di alcuni tasselli si è potuto comprendere che la doratura originale era quasi completamente mancante o molto abrasa.

La complessità della situazione ha richiesto un'attenta valutazione sull'intervento da svolgere: lasciare la grossolana doratura e argentatura di rifacimento e intervenire integrando solo le lacune, avrebbe portato sì al riordino dell'opera ma, si sarebbe ripristinata l'unità potenziale di un rifacimento, e di conseguenza un'immagine errata dell'intera opera. Ipotizzando il caso opposto invece, ovvero quello della rimozione del rifacimento, si sarebbe inevitabilmente eliminata anche la doratura originale, o quel poco che ne rimaneva, e se ne sarebbe costruita una nuova andando a eliminare parte della storicità del manufatto.

Cesare Brandi definisce il restauro come un'attività atta *"al ristabilimento dell'unità potenziale dell'opera d'arte, purché ciò sia possibile senza commettere un falso artistico o un falso storico, e senza cancellare ogni traccia del passaggio dell'opera d'arte nel tempo"* **[14]**.

L'unità potenziale di un'opera deve sempre fare riferimento sia all'istanza storica che a quella estetica ma nel caso in cui, come nel nostro, non è possibile preservarle entrambe con il restauro, quest'ultimo deve essere improntato e suggerito dall'istanza che ha maggior peso.

Giudicato il rifacimento come uno snaturamento dell'opera e un'aggiunta di materia, sia nell'offuscamento dell'intaglio che nell'aggiunta arbitraria di parti argentate, non corrispondente alla vera esteticità dell'originale, si è optato per valorizzare l'istanza estetica, procedendo nella rimozione dell'intero rifacimento per riproporre una nuova doratura.

Dopo aver risanato strutturalmente alcune mancanze di intaglio del legno e chiuso i fori di sfarfallamento dei tarli, si è proceduto all'integrazione della doratura nell'incorniciatura secondo il metodo tradizionale. Per poter rendere il nostro intervento più in accordo con il resto dell'opera si è reso necessario abbassare e accordare il tono dell'oro nuovo dell'incorniciatura a quello della tavola tramite lieve abrasione della foglia in corrispondenza dei bordi e dei rialzi degli intagli e attenuazione della brillantezza dell'oro con colori a tempera. Per rendere infine riconoscibile l'intervento è stato eseguito un fine tratteggio ad acquerello sull'intera incorniciatura (fig. 29).

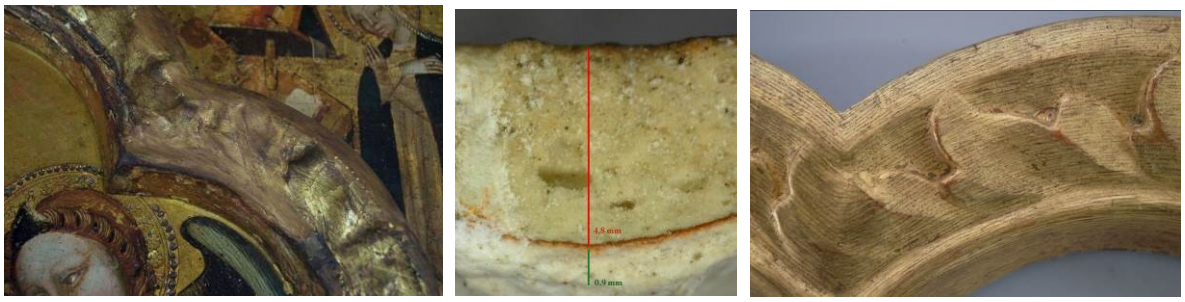


Figure 27, 28 e 29. A sinistra: particolare dello stato di conservazione dell'incorniciatura prima del restauro; al centro: stratigrafia di un campione preso dall'incorniciatura mostrante uno spesso strato di preparazione di rifacimento sopra alla sottile preparazione originale; a destra: finitura dell'oro a tratteggio

Conclusioni

Dati i valori insiti nell'oggetto, il restauro ha avuto come obiettivo primario quello di riportare alla luce ciò che di originale ci perveniva, nei limiti possibili dell'intervento senza sfociare in quello che si può definire un "accanimento terapeutico".

Particolare importanza e attenzione è stata rivolta all'intervento di integrazione pittorica poiché, insieme alla pulitura, è ciò che determina la giusta fruizione e conservazione di un oggetto artistico.

Data quindi la difficoltà di tale operazione, dovuta anche alle dimensioni considerevoli di alcune lacune, la creazione di prove di integrazioni pittoriche digitali ha permesso di capire in via preventiva quali erano le soluzioni da scartare, altrimenti possibile solo con riproduzioni di copie dell'oggetto, di gran lunga più dispendioso sia a livello di tempistiche che di costi.

Uno studio di questo tipo, specialmente su opere di importanza rilevante, andrebbe eseguito e pensato come prassi all'interno del progetto di restauro in quanto non solo facilita l'operatore nella scelta di integrazione migliore possibile, togliendo buona parte del carattere soggettivo nella scelta di intervento, ma aiuta a determinare in modo critico la grandezza, la direzione, la forma e il metodo del tratto da utilizzare**.**

Si è rilevato inoltre un importante mezzo per facilitare l'interazione critica fra le diverse figure professionali che sono intervenute nelle scelte operative di restauro, introducendo elementi di valutazione direttamente percepibili e condivisibili, seppur simulati.

Si tiene a specificare che si è consapevoli del fatto che la progettazione digitale del ritocco è cosa già nota ma uno degli obiettivi di questo modesto contributo è quello di proporre una metodologia facilmente realizzabile e alla portata di chiunque abbia anche solamente le basi del programma Photoshop. Ben consci del fatto che la resa digitale risulta inevitabilmente imperfetta, essa è già sufficiente ad orientare a priori l'operatore, grazie alla visualizzazione delle opzioni e non solo nella formulazione di ipotesi, nella scelta metodologica da effettuare poi direttamente sull'opera.

NOTE

[1] G. Iotti, *Indagini sulla lavorazione dell'oro come contributo per lo studio e per l'attribuzione della pittura su tavola del XIV secolo in area bolognese,* tesi di diploma – prova teorico-metodologica, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A. 2018-2019.

[2] Per un descrizione più dettagliata si rimanda al Capitolo 8 de G. Iotti, *Restauro di una tavola dipinta della seconda metà del XIV secolo di proprietà del museo di Santo Stefano a Bologna*, tesi di diploma – prova pratico-laboratoriale, Accademia Belle Arti di Bologna, A.A. 2018-2019.

[3] C. Brandi, *Teoria del Restauro* [Torino 1963], Einaudi, Torino, 2000, p. 16.

[4] D. Kunzelman, L. Gusmeroli, A. Keller, *Immaginare il restauro: L'integrità pittorica del dipinto visualizzata grazie al ritocco virtuale*, in *Le fasi finali nel restauro delle opere policrome mobili,* CESMAR7 (a cura di), atti del quinto congresso COLORE E CONSERVAZIONE, materiali e metodi nel restauro delle opere policrome mobili, (Trento, 19-20 novembre 2010), Il Prato, Saonara (PD) 2011, pp. 137-150.

[5] Androvandi, 2009, pp. 105-111; D. Torcelli, *la percezione del colore nella pratica del restauro,* Edifir, Firenze 2007, *passim*.

[6] Metodo di memorizzazione dei dati di una fotografía che non registra perdite di qualità durante la registrazione su scheda di memoria.

[7] In questa fase di creazione di un pennello virtuale non è assolutamente importante la trasparenza del segno perché, anzi, è preferibile crearlo con caratteristiche iniziali bene definite; inoltre, caratteristiche come il cambiamento di tono, la luminosità e la trasparenza possono essere facilmente modificati dopo la creazione del pennello virtuale mediante la barra degli strumenti.

[8] È un modello di colore a sintesi sottrattiva che viene usato nei dispositivi di stampa a colori sia digitali che nelle grandi macchine e consiste materialmente nella miscelazione di sostanze che, riflettendo solo una parte dello spettro luminoso, appaiono di uno specifico colore, quali inchiostri, pigmenti, vernici. La riproduzione del colore in stampa tramite questi quattro inchiostri è detta "stampa in quadricromia".
[9] Fotografia della Fondazione Zeri di Bologna risalente ad un periodo compreso fra il 1911 e il 1934.
[10] A. Aldrovandi, *Lacuna e integrazione pittorica. Un'analisi colorimetrica*, in *Lacuna. Riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle Pietre Dure*, atti del convegno del 7 aprile 2002 e del 5 aprile 2003 (Salone dell'Arte e del Restauro e della Conservazione dei Beni Culturali e ambientali, Ferrara), Edifir, Firenze 2009, pp. 105-111.
[11] La verniciatura a pennello è stata fatta con resina Laropal A81 diluita al 10% in White Spirit.
[12] Colori da ritocco ad alta stabilità e reversibilità.
[13] Le analisi stratigrafiche sono state effettuate solamente sull'incorniciatura dopo l'osservazione di una lacuna mostrante due livelli di preparazione. Sono stati presi due campioni in punti distanti e poi sono stati inglobati in resina bicomponente AKEMI MARMORKITT 1000. In seguito all'indurimento della resina i campioni sono stati tagliati perpendicolarmente alla loro superficie, levigati in modo da ottenere una sezione osservabile e infine analizzati con il microscopio portatile Dino-Lite.
[14] Brandi [1963], 2000, p.8.

BIBLIOGRAFIA

1. U. Baldini, *Teoria del Restauro e unità di metodologia*, Volume I, Nardini Editore, Firenze, 1978.
2. I. Bortolotti, *Grafica al computer per il restauratore*, Il Prato, Padova 2006
3. C. Brandi, *Teoria del Restauro*, Einaudi, Torino 1963.
4. O. Casazza, *Il restauro pittorico*, Nardini, Firenze, 1981.
5. C. Cennini. *Il libro dell'arte o trattato della pittura di Cennino Cennini*, a cura di Fernando Tempesti, Longanesi&C., Milano 1984.
6. CESMAR7 (a cura di), *Le fasi finali nel restauro delle opere policrome mobili*, atti del Quinto Congresso internazionale COLORE E CONSERVAZIONE materiali e metodi nel restauro delle opere policrome mobili (Trento 19-20 novembre 2010), il Prato, Saonara (PD), 2011.
7. M. Ciatti (a cura di), *Problemi di Restauro, Riflessioni e ricerche*, Edifir, Firenze, 2006.
8. C. Frosinini *et al, Giotto: il restauro e gli studi sul "Frammento Vaticano", proveniente dall'antica basilica di San Pietro a Roma*, in "OPD RESTAURO", n. 30, 2018.
9. G. Iotti, *Indagini sulla lavorazione dell'oro come contributo per lo studio e per l'attribuzione della pittura su tavola del XIV secolo in area bolognese*, tesi di diploma – prova teorico-metodologica, Accademia di Belle Arti di Bologna, A.A. 2018-2019.
10. G. Iotti, *Restauro di una tavola dipinta della seconda metà del XIV secolo di proprietà del museo di Santo Stefano a Bologna*, tesi di diploma – prova pratico-laboratoriale, Accademia Belle Arti di Bologna, A.A. 2018-2019.
11. *Lacuna. Riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle Pietre Dure*, F. Bertelli e OPD- Ufficio studi (a cura di), atti dei convegni (Salone dell'arte e del Restauro e della Conservazione dei Beni Culturali e Ambientali), Ferrara 7 aprile 2002 e del 5 aprile 2003), Edifir, Firenze 2009.
12. M. Scarpelli, *Utilizzo di sistemi digitali per l'interazione tra operatore del restauro e committente, scelte operative riguardo alla ricollocazione in Galleria Nazionale di Parma e all'intervento estetico del polittico riunito del Maestro di Barga*, tesi diploma, relatrice E. Bonaccini, correlatore O. Caruso, Accademia di Belle Arti di Bologna, a.a. 2016-2017.
13. D. Torcelli, *la percezione del colore nella pratica del restauro*, Edifir, Firenze 2007.

IL RESTAURO DEL MODELLO DELLA FONTANA DEI FIUMI DI BERNINI TRATTAMENTO DELLE LACUNE STRUTTURALI NELLA SCULTURA LIGNEA

Pierangelo Sabella* Graziella Accorsi Alberto Zambelli*****

*Restauratore, diplomato Accademia di Belle Arti di Bologna, Via A. Segni 11, 92019 Sciacca (AG), 3475552235, pierangelosabella@gmail.com
** Restauratrice, Docente di Restauro presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, Via delle Belle Arti 54, 40126 Bologna, 3284631509, graziella.accorsi@ababo.it
*** Restauratore materiali lignei, L'Angelo d'Oro, Via Solferino 36/a e docente di Tecniche della lavorazione del legno presso l'Accademia di Belle Arti di Bologna, 3381941848, cirixo@libero.it

Abstract

La scultura, eseguita nella primavera del 1650, è un'opera di particolare rilievo e prestigio del Patrimonio dell'Accademia di Belle Arti di Bologna. Eseguita in legno e terracotta, nel corso dei secoli ha subìto danni che ne hanno indebolito la struttura e l'hanno resa gravemente lacunosa.
Questo studio presenta differenti aspetti metodologici e pratico-esecutivi relativi alla ricostruzione di parti ed elementi formali di una scultura lignea nel rispetto della materia originale.
Ogni area mancante è stata trattata in maniera diversificata in relazione alla dimensione, alla posizione e alla funzione estetica o strutturale della materia assente. Ciò ha fatto sì che ogni intervento abbia previsto una specifica fase di progettazione, di analisi e la ricerca di una soluzione appropriata, individuando di volta in volta il sistema e i materiali ideali per ogni singola esigenza.
La mostra "Bernini" tenuta presso la Galleria Borghese tra il 2017 e il 2018 ha consentito un diretto confronto con altri due modelli della fontana e ha reso evidente il differente impatto visivo, senso di completezza e di slancio dell'opera, che manca alla versione di Bologna nella quale l'obelisco è assente. Questo, nel nostro intervento, è stato ricostruito in forma semplificata, rendendo possibile l'esposizione e fruizione del modello sia per come ci è pervenuto, sia completo di ogni sua parte.

Introduzione storico-artistica

L'opera scolpita in legno, di proprietà dell'Accademia di Belle Arti di Bologna è il prestigioso modello della Fontana dei Fiumi eseguito nel 1650 da Gian Lorenzo Bernini per la definizione del progetto esecutivo della monumentale fontana posta al centro di Piazza Navona, su volontà dell'allora papa Innocenzo X **[1]**.



Figura 1. Modello della Fontana dei Fiumi



Figura 2. Fontana dei Fiumi

Nel corso del tempo si persero le tracce dell'opera sino al 1712, anno in cui risulta presente nell'originaria sede dell'Accademia Clementina di Bologna presso Palazzo Poggi **[2]**, come donazione da parte del conte bolognese Luigi Ferdinando Marsili **[3]**, per poi perdersi nuovamente, si presume, a seguito delle turbolente evoluzioni dell'Accademia con il cambio di sede avvenuta a cavallo dei secoli XVIII e XIX **[4]**. Nel 1968, nell'ambito di importanti lavori di ristrutturazione dell'attuale Accademia di Belle Arti, l'opera venne rinvenuta nei sotterranei, semi-capovolta vicino ad un muro e parzialmente immersa nel fango.

Nonostante il rovinoso stato di conservazione, l'assenza dell'obelisco e di numerose figure, le qualità artistiche e le caratteristiche esecutive del Rio de la Plata **[5]** unico dio fluviale ancora presente, hanno condotto lo storico dell'arte Silla Zamboni **[6]**, ad affermare che si trattasse di opera di Bernini.
Sempre a Bernini sono attribuiti altri due modelli, uno detto spagnolo in bronzo e uno detto romano, in legno e terracotta, attualmente conservati rispettivamente presso il Patrimonio National di Madrid e una collezione privata a Roma **[7]**.
Riteniamo che il modello bolognese sia quello più prossimo a quanto effettivamente realizzato in piazza Navona sia per la presenza dei paracarri lungo il perimetro, per la corrispondenza della modanatura del bordo della vasca, e sia per l'impressionante somiglianza della scogliera e delle terreccotte.

Caratteristiche e problematiche

Il modello è costituito principalmente da due elementi in legno, la vasca e la scogliera, policromati ad olio su sottile preparazione gessosa.
La vasca è formata da due piani in legno ottenuti tramite lavorazione al tornio circondata da una serie di paracarri lignei posti sul perimetro esterno, mentre la scogliera è stata ottenuta assemblando 15 elementi in pioppo. Sugli elementi lignei erano applicate, con colla animale, tutte le figure, divinità e fiere che si ritrovano sul monumento, qui realizzate in terracotta e, a eccezione del Rio de la Plata, superstiti solo in porzioni. L'opera è mancante dell'obelisco e dell'elemento di raccordo originariamente presenti, come testimoniato dalle tracce evidenti sull'opera e dai documenti d'archivio.
Le maggiori criticità a livello conservativo riguardano le lacune strutturali, situate principalmente in corrispondenza della vasca, mancante di circa un terzo. Quest'ultima, oltre a presentare fratture e deformazioni, risulta fortemente indebolita a causa di un ingente attacco xilofago che ne ha compromesso la solidità strutturale.
Il modello è stato sottoposto ad un precedente intervento di restauro da parte di O. Caprara **[8]**, nel quale è stato effettuato il distacco della scogliera dalla vasca, il consolidamento del supporto ligneo, incollaggi di diversi inserti distaccati, la rimozione di una ridipintura e l'applicazione di un piano di sostegno.

L'attuale intervento ha previsto operazioni effettuate sulla materia originale, atte a garantirne una corretta conservazione nel tempo, e altre per le reintegrazioni volumetriche.

Intervento di restauro

L'intervento è iniziato con la disinfestazione in ambiente anossico seguita da un trattamento per impregnazione con prodotti antitarlo a base di permetrina. È stata eseguita la spolveratura dei depositi incoerenti e una pulitura leggera con solventi per la rimozione dei depositi coerenti, mentre per il fissaggio della pellicola pittorica è stata impiegata una resina acrilica **[9]**.
L'opera presentava integrazioni strutturali e incollaggi poco accurati riferibili ad un intervento diverso da quello di Caprara. Per rimediare a ciò, gli inserti lignei sono stati ripuliti dallo stucco a cera che ne occultava il perimetro, e successivamente è stato fatto rigonfiare l'adesivo presente con una miscela di alcool e acetone consentendone il distacco. Questi elementi sono stati riposizionati correttamente e incollati con resina epossidica o con adesivo vinilico **[10]**.
Le lacune strutturali localizzate e le fessurazioni sono state integrate intagliando degli inserti in legno di pioppo, seguendo sia la direzione della fibra che il profilo della lacuna avendo cura di lasciare integra la materia originale. Gli inserti sono stati incollati con un adesivo vinilico e successivamente rifiniti con sgorbie e scalpelli sino al raggiungimento della forma corretta.
Lungo il perimetro esterno della vasca erano presenti i paracarri lignei parzialmente lacunosi e matericamente svuotati dal tarlo. In questo caso, l'intervento ha previsto una pre-stuccatura con Araldite® per ridare solidità al legno, seguita da una stuccatura con Balsite® pigmentata a scopo riempitivo, mantenendosi sotto-livello, così da completare l'integrazione con legno di balsa. La scelta del legno di balsa è stata effettuata sia per la facilità di lavorazione e di intaglio del materiale, necessaria per poter ricostruire gli articolati profili delle lacune, sia per la similitudine delle caratteristiche superficiali rispetto all'originale.
Successivamente alle integrazioni in legno sono state trattate le piccole lacune strutturali, i numerosissimi fori di sfarfallamento dei tarli e le fessurazioni, con l'obiettivo di ridurre la superficie direttamente esposta alle variazioni di temperatura e umidità oltre che per ridurre le possibili vie di accesso a nuove specie infestanti. In questa fase sono state ipotizzate diverse soluzioni e tipologie di stucchi sia tradizionali che a base di cellulosa, per poi optare per l'utilizzo di stucchi a cera pigmentati additivati di cera carnauba **[11]**.
La scelta di questi stucchi è stata dettata soprattutto dalla grande quantità di lacune da integrare. Gli stucchi a cera sono di facile applicazione, non richiedono l'uso di abrasivi per il loro livellamento e pur non essendo pienamente reversibili restano ritrattabili nel tempo. Data la grande varietà di toni bruni presenti nell'opera, è stata realizzata una vasta gamma di stucchi addizionando dei pigmenti in polvere alla cera fusa.

Per l'integrazione estetica sono stati scelti dei colori ad acquerello, mentre come protettivo è stata effettuata una stesura di cera Ambra, capace di rendere la superficie più idrofobica, rallentando gli scambi termoigrometrici e riducendo quindi il rischio di deformazioni e degrado.

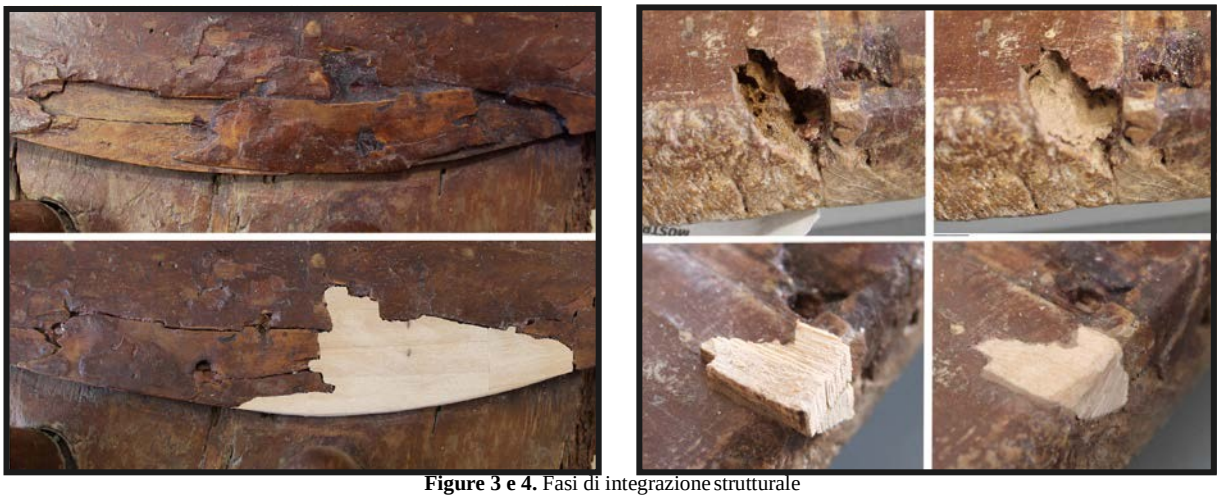


Figure 3 e 4. Fasi di integrazione strutturale



Figure 5 e 6. Fasi di integrazione strutturale

Integrazioni volumetriche non invasive

La scelta di ricostruire le mancanze strutturali si è basata su ragioni di completamento formale dell'opera, che di tipo conservativo. Riducendo in maniera considerevole l'esposizione del legno di testa, già fortemente degradato, all'ambiente esterno e agli scambi termo-igrometrici, se ne aumenta la stabilità; inoltre, ricostruendo le parti strutturali assenti si restituisce solidità e sostegno alle aree precedentemente sprovviste di appoggio, riducendo tensioni, possibili deformazioni e perdite. In previsione del trasporto per la mostra "Bernini" presso la Galleria Borghese, dove il modello era esposto privo delle integrazioni, per migliorare la movimentazione, evitando di maneggiare direttamente l'opera per sollevarla, è stato realizzato un supporto di rinforzo a protezione della struttura composto da due elementi denominati livello 0 e livello 1.
È stato creato un piano circolare in aggetto, livello 0 e, per il livello 1 è stato sagomato un pannello in multistrato in modo da allogggiare la base eseguita nel precedente restauro.
Al ritorno dalla mostra è stata completata la circonferenza del livello 1, in previsione della realizzazione della vasca soprastante.



Figura 7. Realizzazione del livello 0 e del livello 1



Figura 8. Grafico dell'integrazione del livello 1

Integrate le basi, si è passato all'opera. La parte inferiore è costituita da due piani, corrispondenti ad un piano di circondato da paracarri (livello 2) e alla vasca vera e propria (livello 3), entrambi costituiti da quattro assi, poste tra loro in maniera ortogonale, le quali hanno subìto perdite strutturali di varia estensione. La ricostruzione del livello 2 ha previsto innanzitutto il rilevamento della sagoma dell'area lacunosa e la conseguente divisione in quattro parti così come previsto dall'originale. Successivamente il disegno è stato riportato su delle tavole in pioppo, sulle quali è stata creata una scanalatura su tutto lo spessore, così da poter inserire un listello continuo che conferisse maggiore garanzia di tenuta dell'incollaggio oltre al mantenimento della planarità. Il pannello è stato sagomato, rifinito con carte abrasive e fissato al livello 1 con 5 viti.
I nove paracarri mancanti sono stati ottenuti per tornitura. Per il loro fissaggio si è deciso di inserire una bussola nel livello 2 e una barretta filettata alla base del paracarro in modo da poter avvitare i due elementi.

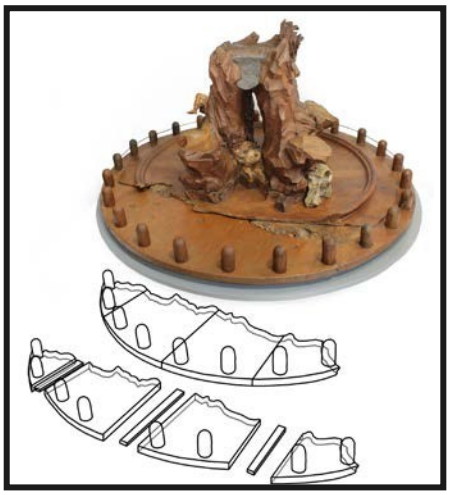


Figura 9. Grafico dell'integrazione del livello 2

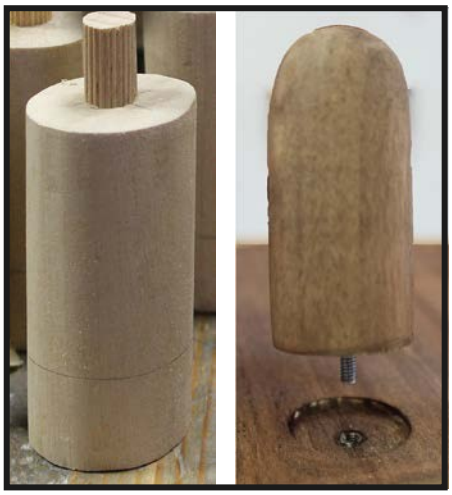


Figura 10. Realizzazione dei paracarri lignei



Figura 11. Fasi di integrazione strutturale del livello 2



Figura 12. Grafico integrazione livello 3



Figura 13 Elementi di integrazione

Il livello 3, la vasca, ovvero la porzione mancante più a vista oltre che la più articolata ha richiesto una lunga progettazione e complesse fasi di realizzazione. L'area da ricostruire comprendeva un'asse e una porzione dai margini irregolari dell'asse attigua. Trattandosi di un'integrazione così ampia ci si è interrogati sulle possibili interazioni con l'originale e quindi sono state ipotizzate diverse soluzioni tra cui quella di realizzare gli elementi mancanti con tasselli in legno di pioppo disposti in maniera sfalsata, in modo tale da ridurre la forza che un elemento unico eserciterebbe sul supporto originale **[12]**. Questa ipotesi, tratta dalle pratiche di restauro dei dipinti su tavola, avrebbe però previsto la rettifica dei margini originali e/o la definitiva adesione all'opera.

Per preservare l'opera per come ci era pervenuta, si è preferito procedere all'integrazione della vasca realizzando degli inserti con legno di pioppo intagliati e sagomati, a misura rispetto ai bordi frastagliati dell'originale, da fare aderire al piano inferiore con un sistema smontabile, accostato e non fissato all'originale. Come prima operazione è stata ricavata la sagoma interna ed esterna della lacuna, una volta tracciata è stata divisa in tre parti per consentire l'estrazione dei pezzi. Le sagome sono state riportate su un blocco di legno di pioppo alto 4 cm e tagliate con una sega a nastro (figura 14). È stato necessario un lungo lavoro eseguito con microfresa, scalpelli e bisturi per poter accostare gli elementi che costituiscono le integrazioni al perimetro frastagliato dell'originale.

Per realizzare la modanatura della vasca è stato costruito un braccio orizzontale munito ad una estremità dal fulcro e, dall'altra, una microfresa regolabile sia in verticale che in orizzontale in modo da poter ripriodurre la sagoma originale della vasca (figura 15).

Una volta ottenuti gli inserti, bisognava trovare il modo per fissarli in maniera removibile e l'idea è stata di utilizzare degli ancoraggi magnetici. Avendo in alcuni punti uno spessore ridotto, si è optato per delle calamite al Neodimio, in grado, nonostante le dimensioni, di esercitare una notevole forza di attrazione.

Negli inserti di restauro sono state scavate delle sedi in cui inserire le calamite, come adesivo è stata scelta la resina epossidica UHU Plus® per l'ottima tenacia e resistenza alla trazione. Le calamite sono state posizionate lungo il perimetro, tra l'originale e le integrazioni. Non essendovi vincoli fissi e rigidi tra questi elementi, sono consentiti i piccoli e naturali movimenti del legno senza alcun rischio per l'opera (figure 18 e 19).



Figura 14. Sagomatura e sbozzatura della vasca

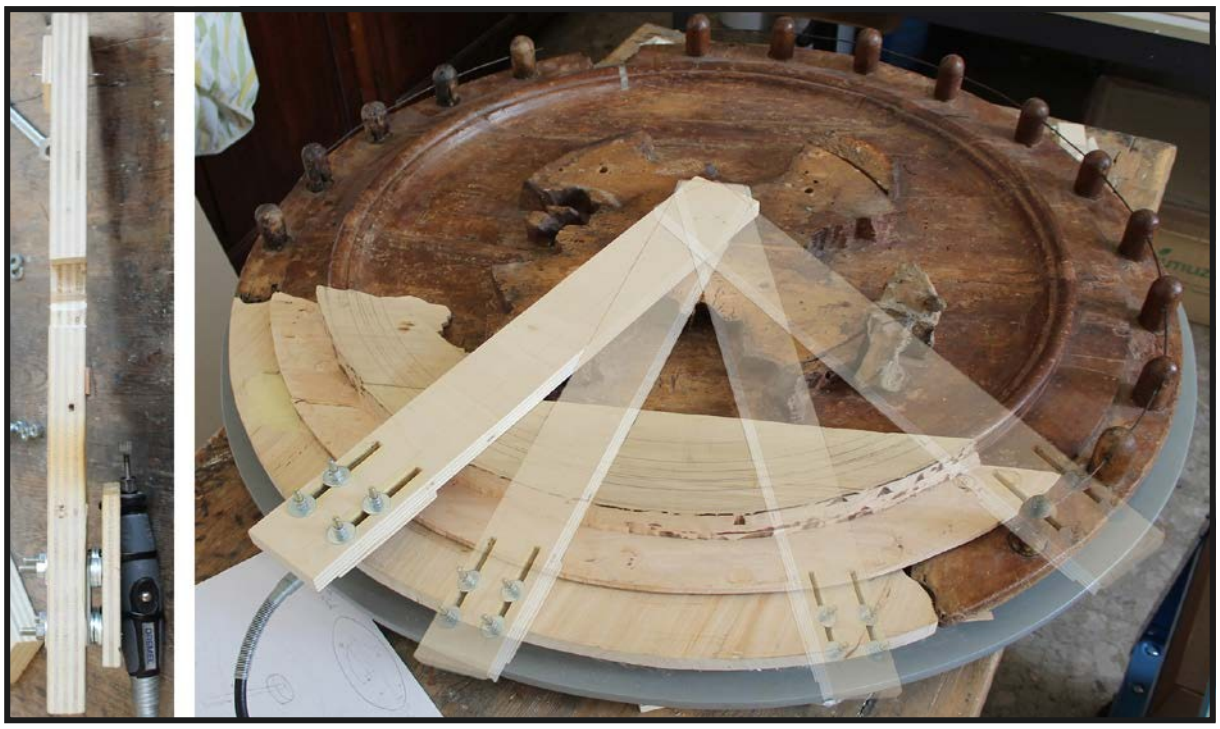


Figura 15. Sistema di fresatura ideato per la realizzazione della modanatura esterna



Figure 16 e 17. Intaglio e rifinitura delle integrazioni della vasca



Figure 18 e 19. Posizione delle calamite nel livello 1 e nel livello 2

Ricostruzione dell'obelisco e dell'elemento di raccordo



Figura 20. Modello spagnolo



Figura 21. Modello romano



Figura 22. Modello bolognese

Dal confronto con il modello spagnolo in bronzo e con il modello romano in legno e terracotta è possibile constatare quanto sia importante la presenza dell'obelisco per la lettura dell'opera, per questo è stato riproposto l'obelisco in forma semplificata, distinguibile e reversibile grazie allo studio e all'utilizzo del sistema di aggancio originale.
Le dimensioni del nuovo elemento sono state determinate dopo aver verificato le misure del monolite della fontana di Piazza Navona. L'obelisco di integrazione può essere facilmente montato per mezzo di due cavicchi di legno inseriti in fori già presenti sul piano della scogliera **[13].** Tutte le integrazioni sono state tonalizzate e infine protette con cera Ambra.
Le soluzioni adottate consentono facilmente di esporre l'opera sia completa di integrazioni, facilmente identificabili, che senza queste, quindi così come ci è pervenuta.

Conclusioni

Lo stato estremamente lacunoso, ma anche meccanicamente debole, degli elementi dell'opera quali la vasca e il piano corredato di paracarri, ha richiesto una scelta metodologica su come effettuare il restauro. La priorità conservativa è quella alla quale si è limitato il precedente restauro effettuato nei primi anni ottanta. Nel nostro intervento si è valutato che mantenere lo status quo non avrebbe preservato punti delicati come i perimetri di frattuta di spessori ridotti e fragili. La scelta di integrare gli elementi architettonici andati persi risponde quindi in primo luogo ad un criterio di salvaguardia delle arre più fragili ma al contempo propone una lettura del modello nella sua completezza. Il fatto che ogni aggiunta sia smontabile e separata da ciò che ci è pervenuto, garantisce per il futuro revisioni critiche. Certamente la scelta di riproporre anche l'obelisco andato perduto, con proporzioni desunte dal rilievo della fontana di Piazza Navona, mira alla restituzione globale del modello. Anche in questo caso, la possibilità di inserirlo o meno, offre due possibilità espositive.
L'aver effettuato la scelta di carattere integrativo ha una valenza rilevante per la complessità e varietà dei problemi affontati. Tra questi, la creazione di un un basamento adeguato che permetta movimentazioni in sicurezza, una soluzione necessaria per una corretta conservazione dell'opera nel tempo.





Figure 23 e 24. Opera a restauro ultimato priva di obelisco e con obelisco

NOTE

[1] P. Sabella, *Il Modello della Fontana dei Fiumi di Gian Lorenzo Bernini nel patrimonio storico dell'Accademia di Belle Arti di Bologna*, tesi di diploma, relatori G. Accorsi, A. Panzetta, Accademia di Belle Arti di Bologna, a. a. 2018/2019.
[2] Assunteria di Instituto, Diversorum 1b7, *Fond.ne carte Marsili, lettere tra Paolucci e Marsili*, Bologna 1713, p. 1.
[3] G. P. Zanotti, *Storia dell'Accademia Clementina di Bologna*, volume 1, Lelio Della Volpe, Bologna 1739, p. 48.
[4] S. Zamboni, *Da Bernini a Pinelli. Saggi e contributi su G.L. Bernini*, G.M. Mitelli, G. Gandolfi, G.B. Piranesi, P. Bracci, J.H. Tischbein d. A., F. Giani, B. P., Bologna, 1968, pp. 11-12.
[5] Il carattere dell'invenzione è propria di Bernini, ogni dettaglio corrisponde alla sua tecnica di modellatore, dal materiale plasmato con le dita (di cui si riscontrano le impronte), dai sottili colpi di stecca ad indicare i capelli, all'esuberante giro barocco del mantello avviluppato attorno alla spalla.
Dal punto di vista della tecnica esecutiva è interessante notare come Bernini abbia realizzato dapprima la scogliera e su questa abbia successivamente modellato le figure in terracotta, infatti il retro di quanto resta dell'armadillo non coincide più con la scogliera a causa del ritiro dimensionale avvenuto in fase di asciugatura della terra.
[6] *Mostra di sculture e disegni scenografici del Seicento e del Settecento della Accademia di Belle Arti di Bologna* a cura di A. Parrocchi, S. Zamboni, catalogo della mostra (Bologna, Accademia Clementina), Bologna 1968, pp. 11-12.
[7] Al modello spagnolo (1650-51) si riconosce la funzione di regalo cortigiano di Bernini al re Filippo IV di Spagna.
Il modello romano (1647-48) viene identificato, non in maniera univoca, come il modello di presentazione al papa per l'affidamento del lavoro.
[8] Otello Caprara è stato uno dei migliori restauratori del legno in Italia negli anni compresi tra il 1950 e il 1980, specializzandosi in opere di carpenteria lignea, rinasamento tavole e restauro sculture.
[9] Primal B60® a diverse concentrazioni.
[10] Stucco epossidico per legno Araldite SV427 + HV427® o adesivo vinilico Bindan RS®.

[11] 94% cera d'api + 6% cera carnauba. Aggiungendo alla cera d'api il cui punto di fusione è intorno ai 62°, la cera carnauba che invece ha un punto di fusione di 80° circa, si ottiene uno stucco più duro e termoresistente.
[12] M. Ciatti, C. Castelli, A. Santacesaria, "*Dipinti su tavola. La tecnica e la conservazione dei supporti"*, Edifir, Firenze 2012.
[13] La presenza di due fori del diametro di 1,2 cm circa, situati nella parte piana della vetta della scogliera, sono elemento a sostegno dell'ipotesi che l'opera fosse completa di obelisco.

BIBLIOGRAFIA

1. G. Giordano, "*Tecnologia del Legno"*, Unione tipografico-editrice torinese, Torino 1971.
2. C. H. Hayward, "*Il restauro dei mobili antichi"*, Il Castello, Milano 2003.
3. G. Liotta, "*Gli insetti e i danni del legno, problemi di restauro"*, Nardini, Firenze 2003.
4. Istituto per i beni artistici, culturali e naturali della regione Emilia-Romagna, "*Oggetti nel tempo. Principi e tecniche di conservazione preventiva"*, Clueb, Bologna 2007.
5. M. Ciatti, C. Castelli, A. Santacesaria, "*Dipinti su tavola. La tecnica e la conservazione dei supporti"*, Edifir, Firenze 2012.

IL FREGIO PITTORICO A MAROUFLAGE "L'UMANITÀ PRIMITIVA" DI NICOLO' BAMBINI A PALAZZO SANDI A VENEZIA: TECNICA ESECUTIVA, PROBLEMATICHE CONSERVATIVE E INDIRIZZI OPERATIVI

Federica Restiani*, Jean Pierre Zocca**

*Architetto, Direzione Lavori; Docente e Coordinatrice scientifica IVBC, Istituto Veneto per i Beni Culturali[1], Casa Minich, San Marco 2940, 30124, Venezia, 3200144854, federica.restiani@ivbc.it.
**Restauratore, Direzione Cantiere; Docente IVBC, Istituto Veneto per i Beni Culturali, Casa Minich, San Marco 2940, 30124, Venezia, jpzocca@libero.it.

Abstract

Problematiche di progettazione per un intervento di manutenzione straordinaria
Il presente contributo illustra l'attività di restauro condotta dall'Istituto Veneto per i Beni Culturali di Venezia sul fregio monocromo *L'umanità primitiva* del salone di piano nobile di Palazzo Tiepolo Sandi Cipolla, sede dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili di Venezia. Durante il cantiere è stato condiviso con gli ispettori ministeriali [2] il progetto di 'manutenzione conservativa', rivolto al recupero della leggibilità e alla conservazione dello *status quo* dell'opera, sia dal punto di vista strutturale che storico-documentale, e in cui le operazioni di riadesione del supporto tessile, di fermatura del colore, di pulitura e presentazione estetica fossero svolte con la minima invasività, e con materiali compatibili con quelli in opera. Le scelte progettuali sono state dettate da tre fattori concomitanti: il primo, vincolante, ha tenuto in considerazione la tipologia dell'opera a *marouflage*, (fregio dipinto a olio su tela, incollato e inchiodato sulla centinatura lignea); di conseguenza, si è dovuto operare dal fronte, come nel caso dei dipinti murali, tuttavia utilizzando metodologie e materiali di restauro dei dipinti su supporto tessile, con accorgimenti adeguati al caso specifico. Il secondo fattore, di carattere operativo, è consistito nell'esclusione di distacchi o smontaggi dell'impalcato ligneo di parti della tela particolarmente danneggiate, al fine di permettere lo svolgimento di operazioni da tergo, quindi la ricollocazione in loco. Il terzo aspetto, di carattere analitico e programmatico, è stato rivolto al proseguimento dei rilevamenti del microclima, per comprenderne l'eventuale l'influenza negativa prodotta sul manufatto.

Federica Restiani. **Tra fiere e centauri: *L'umanità primitiva* di Nicolò Bambini nel ciclo pittorico di palazzo Sandi (1724-25).**

La decorazione pittorica del salone del piano nobile di Palazzo Sandi è stata studiata finora soprattutto per la presenza del primo affresco a soggetto profano del giovane Giambattista Tiepolo, mentre si è dedicata minore attenzione all'opera attribuita al Bambini, sia dal punto di vista stilistico che della tecnica esecutiva.
Tuttavia per comprendere pienamente le ragioni e il significato dell'intero schema decorativo, che rappresenta un *unicum* nel panorama della pittura veneziana del XVIII secolo, l'opera dei due artisti, e le aspirazioni della committenza, non sono separabili. Il programma iconografico infatti, seppur articolato su superfici differenti è unitario e si svolge attraverso la narrazione pittorica di due concetti opposti ma reciprocamente connessi: il soggetto principale, nel piatto centrale del soffitto, *L'elogio dell'eloquenza*, e in contrapposizione, immediatamente sotto, *L'umanità primitiva* (o *Allegoria della lascivia*) confinata entro un lungo fregio dipinto a monocromo che corre ininterrotto sulle quattro pareti della stanza, ove, entro rilievi a stucco, erano incorniciate altre tre tele a corollario della narrazione allegorica. Sappiamo che i lavori di riammodernamento del palazzo furono avviati da Tomaso Sandi in concomitanza delle nozze del figlio Vettor, 1724, è quindi abbastanza ragionevole individuare nella conformazione del telaio architettonico della sala e nel programma decorativo un progetto unico ed organico, fortemente legato alle aspirazioni della committenza: non potendo infatti ostentare una nobiltà di antiche origini, il padre di Vettor decide di celebrare la propria casata attraverso l'esaltazione delle virtù, saggezza ed eloquenza, associate all'esercizio della propria professione, l'avvocatura. I Sandi celebrano quindi 'la civiltà della parola', regolata dall'esercizio della virtù, che guida l'intelletto dell'uomo e inonda di luce l'intera sala (Tiepolo), relegando ai margini, brancolante nel buio, un mondo primitivo fatto di mostruosità, vizio e sofferenze (Bambini). La fortuna critica di Nicolò Bambini (Venezia, 1652-1736), segue un andamento sinusoidale: godette della più alta stima dei contemporanei, parzialmente ignorato dalla cultura dell'Ottocento, solo recentemente ha ridestato l'attenzione di alcuni studiosi. Definito *pronto spedito ed universale* dal suo allievo e principale biografo, Antonio Maria Zanetti, il Bambini, vantando una lunghissima parabola creativa, appare davvero 'universale' per la varietà di soggetti e le tecniche affrontate. Artista di qualità con formazione romana presso il Maratta, è erede della tradizione seicentista, ma capace di aggiornarsi alle nuove tendenze vivendo in quella lunga stagione di transizione scandita tra i chiaristi, i tenebrosi e tutte quelle contaminazioni centroitaliane, che egli stesso contribuì a fare sedimentare ed apprezzare anche tra i più accaniti difensori della

scuola veneta. Quando viene chiamato dai Sandi, seppur settantenne, è ancora in gran gusto, soprattutto tra l'aristocrazia più conservatrice, e consegna una prova di grande finezza artistica, ma che si discosta per molti aspetti dal suo seppur vastissimo *corpus*. In questa sua opera tarda, forse conscio della straordinaria abilità del giovane collega, il Bambini stupisce soprattutto per la grande teatralità, la forza espressiva e la plasticità, a tratti quasi scultorea, dei suoi personaggi dannati. Nel dipingere il lungo fregio riesce infatti, riproducendo la raffinata ritmica dei bassorilievi antichi, a rinnovare con esito felice il gremito fervore dei fregi rinascimentali e barocchi. La città lagunare aveva vissuto nel secolo appena concluso una lussureggiante stagione artistica in cui la pittura convive felicemente e si completa, compenetrandosi, con ricchissime decorazioni plastiche, ma nel caso del ciclo per i Sandi forse i riferimenti a cui Bambini può aver attinto, o verso i quali è stato indirizzato, sembrano rivolgersi a modelli differenti, di matrice più antica, già in parte identificati relativamente alla porzione tiepolesca, attualmente in corso di studio e di cui accenno brevemente. Nella cultura classica antica la rappresentazione tipica della assenza di civiltà e *logos*, ovvero l'umanità *barbara*, primitiva e istintuale, era identificata con la centauromachia narrata da Ovidio (*Metamorfosi*, XII, 210-535), soggetto ripreso e rivisitato più volte nel corso dei secoli, sia in scultura che in pittura, sovente proprio con esplicita emulazione di un altorilievo classico. Bambini stesso nella tela *La battaglia tra lapiti e centauri* (1710-20)**,** affronta il soggetto, che, perfettamente calzante con la sezione iconografica affidatagli ora dalla committenza, ripropone, epurando la scena da ogni riferimento paesaggistico e mantenendo solo i centauri, armati di clava e muscolare ferocia, avvinghiati in una vorticosa lotta tra fiere e altre belve fantastiche.



Figura 1. Palazzo Sandi, salone piano nobile, parete Sud-Ovest lato interno,
soffitto a fresco il *Trionfo dell'eloquenza* e fregio monocromo *Umanità primitiva*

Tecnica di esecuzione

Dipingere ad olio non direttamente sulla superfice architettonica ma attraverso la mediazione di una tela, priva di telaio e fissata a mezzo di colla e chiodature, è una procedura nota in Italia fin dal XV secolo, ma codificata solo tra Sei-Settecento dalla trattatistica francese e conosciuta con il termine *marouflage*, dal nome della colla impiegata (colla *marouflè*) [3]. A Venezia, come è noto, decorare gli ambienti con tele tensionate su telai di grandi dimensioni (*teleri*) era una consuetudine comune che rimase in uso per lungo tempo, mentre la pittura ad olio 'mediata', già praticata in ambito centroitaliano, iniziò a diffondersi a partire dal seicento negli stati veneti e anche oltralpe. Tra le applicazioni più note di questa particolare tecnica non prossimo non ricordare l'impresa di Antonio Fumiani che allo scadere del Seicento fodera la volta della veneziana chiesa di San Pantalon con una sessantina di tele (900 mq complessivi), in parte chiodate in parte incollate alla centina lignea di supporto. Indubbiamente questa tecnica presenta diversi vantaggi operativi: la possibilità di impostare la maggior parte del lavoro comodamente in bottega, l'impiego di un supporto facilmente assemblabile e trasportabile (la tela), e la possibilità di trasferire su parete tutte le potenzialità espressive della pittura ad olio senza dover ricorre alle lunghe e delicate operazioni di preparazione della superfice indispensabile per i procedimenti esecutivi 'diretti' (preparazioni ed imprimiture dell'intonaco). Questi i motivi che, ragionevolmente, possono aver indotto l'anziano Bambini a sperimentare questa tecnica per rivestire la porzione arcuata della centinatura del soffitto con lunghe tele a monocromo (50 mq). Nel suo insieme la geometria del controsoffitto è riconducibile a quella di una volta a padiglione ribassata, modello ampliamente adottato nel caso di decorazioni pittoriche, dove l'andamento del catino centrale, occupato dall'affresco tiepolesco, offre un vasto specchio piano, il cui profilo è rimarcato da una cornice dorata, mentre i quattro fusi perimetrali (*meza vetta*), sui quali è svolta la tela del

Bambini, raccordandosi alle pareti formano piccole lunette in corrispondenza delle bucature delle finestre. La membratura dei fusi, come si osserva nei punti dove la tela è sollevata dal supporto o lacerata, è costituita da porzioni di assi apparecchiate a filoni longitudinali, fissate alle ossature murarie e alle travi sovrastanti a mezzo di sottili centine disposte con passo variabile (in media ogni 75-80 cm circa, ovvero 2, 2.5 piedi veneti), e che seguono l'andatura della curva con altezza progressivamente minore (da 25 a 13 cm circa), mentre file di fitte chiodature verticali trattengono le tele incollate con passo serrato, ogni circa 25-27 cm; sono presenti oltre duemila chiodi sull'intera fascia pittorica. Ad eccezione del lato lungo canale, in cui la presenza delle finestre ha richiesto modalità di assemblaggio più articolate, nei restanti lati le tele sono tutte composte dall'affiancamento verticale di due porzioni dipinte (i cui bordi di confine sono parzialmente sovrapposti e chiodati), entrambe costitute a loro volta da due tele giuntate orizzontalmente mediante cucitura, raggiungendo un'altezza complessiva di circa 110 cm. Le porzioni cucite non hanno dimensioni costanti, né geometria regolare, tuttavia la linea di sutura orizzontale corrisponde mediamente alle reni del fuso, ovvero alla zona in cui la tela è sottoposta a maggiori sollecitazioni, ragione che spiegherebbe la scelta di unire due singole porzioni di tela invece che utilizzarne una unica, vista all'epoca la disponibilità sul mercato di pezze anche di grandi dimensioni. Le tele presentano una tessitura media (densità 10x10/cmq) con fili di lino di media titolazione ed armatura a tela. L'opera pittorica è stata analizzata mediante indagini non invasive (fotografia UV, IR riflesso) e mircoprelievi esaminati con allestimento di microsezioni stratigrafiche, ricerca di elementi costitutivi per mezzo di microsonda elettronica accoppiata al microscopio elettronico (ESEM-EDS) e analisi chimica qualitativa attraverso spettrometria FTIR ATR **[7]**. Le indagini su prelievi, il cui campionamento è stato eseguito in modo da includere l'intera stratigrafia, hanno individuato la seguente successione: la tela è incollata da tergo alle membrature lignee di supporto mediante colla animale, la preparazione e la successiva imprimitura, estese a tutte le superfici dipinte, sono entrambe confezionate con legante proteico e sole ocre di tonalità bruno-rosso; preparazione scura dunque, come era d'uso all'epoca, ma che per l'assenza di minio e biacca si discosta dalla tradizionale ricetta del bolo veneziano. Con il primo delle tre successive stesure pittoriche, tutte dai toni chiari a base di biacca ed olio, il maestro ha probabilmente abbozzato a monocromo l'intero impaginato compositivo, cui ha fatto seguire la verniciatura per alzarne i toni, e infine la stesura dei due strati pittorici successivi, ovvero dei ritocchi e delle lumeggiature, eseguiti probabilmente in un secondo momento, in bottega o forse quando l'opera era posizionata nella sua collocazione definitiva, come del resto era uso fare il Tintoretto, maestro anche nell'articolare in tappe separate l'esecuzione dei dipinti. Le sequenze pittoriche comprendono trasparenti stesure per le campiture in ombra, lasciando intravedere trama e imprimitura della tela, apportando così una vibrante profondità 'dell'oscurità'. Le mezze tinte sono calibrate sull'alternanza di gamme tonali di grigi freddi e grigi caldi, per scandire e differenziare le gradazioni monocrome delle figure con stesure fluide e compatte. Le successive finiture per gli accenti in luce, a base di biacca, che fanno emergere le figure, sono state campite con pastose e rapide pennellate che lasciano intravedere le striature. È inoltre interessante notare come il Bambini abbia forse applicato anche un ulteriore accorgimento desunto della tecnica di un altro maestro del Seicento: Caravaggio. Il fondo bruno della preparazione in diversi, ma ben circoscritti passaggi, è infatti lasciato intenzionalmente in evidenza, sia forse per un generale risparmio, sia per ottenere quella tanto ricercata tridimensionalità scultorea delle figure da un lato e, dall'altro, per conferire maggior profondità agli sfondi, scuri e cupi, probabilmente eseguiti per ultimi.

Jean Pierre Zocca. **Stato di conservazione e considerazioni sull' intervento di manutenzione**

I problemi conservativi possono essere fatti risalire dalla messa in opera del fregio pittorico, nel primo quarto del Settecento. Condizionato dal microclima ambientale del salone, ha risentito nel tempo delle differenti micro-tensioni tra il supporto tessile del dipinto a olio e la struttura lignea di sostegno. I due manufatti, che formano unitariamente l'opera a *marouflage*, sono caratterizzati da tipologie di materiali con differenti gradienti d'igroscopicità, particolarmente sensibili all'acqua sia sotto forma liquida che di vapore. Le variazioni di temperatura e umidità stagionali hanno comportato, progressivamente, lievi modificazioni igrometriche nelle assi, con piccole variazioni dimensionali in contrapposizione a restringimenti e rilassamenti del tessuto di supporto, del dipinto incollato e inchiodato sopra. Tensioni e movimenti che si sono manifestati stagionalmente, in particolare, lungo gli spazi delle commettiture e delle congiunzioni tra le assi, provocando rimarcamenti e accentuate impronte orizzontali, in alcuni punti anche in verticale, sul supporto tessile del dipinto con conseguenti strappi, lacerazioni, sollevamenti, crettature dello strato preparatorio, e cadute della pellicola pittorica. In diverse aree localizzate, la tela si è distaccata dall'impalcato, probabilmente per debolezza all'origine dell'incollaggio, formando conseguentemente bolle, ondulazioni e grinze, deformazioni sulle quali la pellicola pittorica è sensibilmente indebolita e decoesa.
Più in generale, sul fregio pittorico erano presenti diffusi sollevamenti a scaglie, della pellicola pittorica, anche su aree con la tela compattamente aderente e incollata all'impalcato ligneo.
Un grande caminetto, che si trova a livello del pavimento nella stanza dell'appartamento soprastante il salone, al centro della parete "Sud-Est", è stato utilizzato per secoli. Probabilmente oggi non più, tuttavia, in passato

mediante l'irraggiamento del calore che si è diffuso nella muratura della parete, anche verso il piano sottostante, ha implicato una ripercussione sull'opera. In conseguenza al calore, nell'area centrale di questo lato, il fregio presenta diversi ondulamenti della tela, la preparazione notevolmente inaridita con la pellicola pittorica fittamente crettata a ragnatela, estesamente sollevata e pericolante, con un'infinità di scaglie andate perse. Le cadute di pellicola pittorica con la tela a vista sono state sommariamente, più volte in passato, ritoccate.





Figure 2, 3 e 4. Particolare del cane parete Sud-Est, foto a luce visibile radente, foto a luce ultravioletta e foto a infrarosso

Le riprese fotografiche [4] digitali a luce radente, infrarossi a falso colore (IRC) e ultravioletti (UVF), in questa zona centrale del fregio pittorico, hanno evidenziato la particolarità del degrado conseguente al calore. La restituzione delle immagini digitali in UVF ha fatto emergere, oltre le fitte crettature, la presenza di colla animale stesa in passato per il consolidamento della pellicola pittorica, risaltata da una fluorescenza intensamente bruna e opaca. Le macchie scure rilevano l'aggiunta, successiva, di chiodi di sostegno della tela all'impalcato con la testa ritoccata così come le piccole estese ridipinture, in corrispondenza alle cadute di preparazione e pellicola pittorica. Le ricerche d'archivio sugli interventi di restauro pregressi, svolti sul fregio pittorico di Nicolò Bambini, non hanno dato nessun esito. Tuttavia, attraverso la valutazione sulla natura dei materiali estranei soprammessi e le caratteristiche tecniche delle manomissioni, è stato possibile formulare delle ipotesi, flessibilmente indicative, nella successione temporale dei diversi interventi manutentivi avvenuti in passato.
Per sintesi, si riportano le principali sequenze individuate. Alla fine dell'Ottocento, il primo intervento rivolto al fissaggio della pellicola pittorica mediante stesura di un beverone a base proteica per consolidare e ravvivare i colori, che con il tempo si è alterato virando in una tonalità offuscata gialla-brunastra. All'inizio del Novecento, un secondo intervento ha comportato dei rifacimenti lungo il lato canale Nord-Est e sull'angolo Sud-Ovest. Le riquadrature dipinte sotto le lunette sono state sostituite con sei nuove tele montate su telaio fisso. In seguito, le parti figurative sono state ridipinte con colori a olio, a tubetto industriale, con una tonalità monocroma gialla-brunastra al fine di ricomporre l'unità cromatica figurativa della lunetta sopra, già alterata dall'offuscamento del beverone ottocentesco.




Figure 5 e 6. Foto lunetta lato Nord-Est a luce ultravioletto e particolare foto ultravioletto falso colore

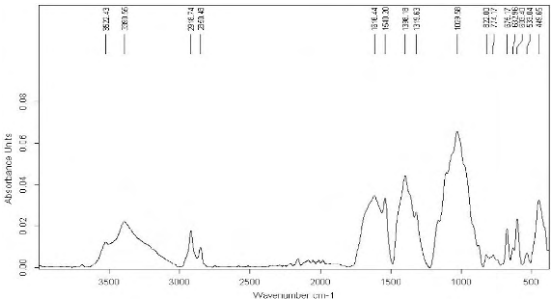
Nella campagna fotografica multispettrale svolta su una delle lunette della parete Nord-Est, le immagini digitali eseguite in luce ultravioletta (UVF) hanno posto in evidenza la differente compattezza delle tessiture delle tele, delle preparazioni e del colore. La spessa colla a beverone stesa sulla parte superiore della lunetta nell'Ottocento presenta una superficie reticolare causate dalle alterazioni e dagli ossalati del collagene, mentre non è presente sulla superficie del riquadro sottostante. Tra gli anni '50 e '70 del Novecento, alcuni documenti d'archivio della Soprintendenza di Venezia riferiscono che il soffitto del salone affrescato da Tiepolo ha sofferto per le rilevanti infiltrazioni di acqua provenienti da un guasto dell'impianto sanitario dal pavimento dell'appartamento soprastante. Anche l'impalcato ligneo, e il fregio pittorico, hanno risentito le conseguenze dell'umidità. Negli anni Settanta, è stato svolto un intervento di consolidamento sul soffitto tiepolesco, esteso ad alcune operazioni sul fregio del Bambini, tra qui, un'altra mano di colla animale sulla superficie del dipinto. Dai primi rilievi svolti

nel salone dall'Istituto Veneto, nel novembre 2018, è stato rilevato un microclima interno inadeguato, un ambiente eccessivamente secco, e le condizioni conservative del fregio pittorico e della relativa cornice in una condizione critica, a seguito di tutte le vicissitudini patite [5], sopra riportate. Gli interventi condotti in passato sono stati principalmente delle "manutenzioni estetiche" rivolte a occultare le reali problematiche in atto, più che al mantenimento dell'integrità conservativa dell'opera.

L'intervento di manutenzione: considerazioni operative

Valutazione sulle analisi di laboratorio

Le analisi di laboratorio hanno evidenziato la presenza di colle animali in tutta la sezione osservata. L'adesivo è stato utilizzato per l'incollaggio della tela all'impalcato ligneo, era già presente come legante dei pigmenti a base di ossidi di ferro negli strati preparatori e, più volte impiegato come consolidante della pellicola pittorica negli interventi del passato. Queste ultime stesure di colla sono penetrate anche all'interno, nella preparazione e nella tela, sono parti integranti della struttura dell'opera.



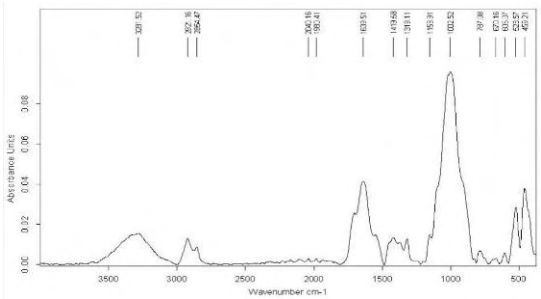


Figure 7 e 8. Campione C1: Spettro di assorbimento IR, strati preparatori; Spettro di assorbimento IR, strati esterni

Queste indagini hanno determinato la scelta sull'adesivo da utilizzare, per la riadesione delle bolle e ondulamenti di supporto tessile alla centina, e per la fermatura del colore. Un adesivo (ancora) a base di colle animali, al fine di perseguire una equilibrata rispondenza di compatibilità, con quelle già presenti nel dipinto.

Valutazione sulle indagini microclimatiche

Il monitoraggio dei parametri microclimatici ambientali è stato avviato all'inizio dei lavori, a febbraio 2020, ed è a tutt'oggi in corso. I dati, al momento raccolti, sono stati analizzati con riferimento alla normativa UNI 10829 (1999). Beni di interesse storico e artistico. Condizioni ambientali di conservazione. Misurazione ed analisi [6].



Figura 9. Sensore 1: Nord-Est, lato canale, grafico, dal 15 mag al 14 lug 2020

Causa arresto	registrazione	registrazione
Orario avvio da statistica	15/05/2020	15/05/2020
Orario fine da statistica	14/07/2020	14/07/2020
Lettura minimo	20,3 °C	51,6 %RH
Lettura massimo	27,8 °C	74,3 %RH
Lettura media	24,1 °C	64,0 %RH
Temperatura Cinetica Media	24,4 °C	

Sensore 1: Nord-Est, lato canale, statistica dal 15 mag al 14 lug 2020

I valori rilevati dai sensori, eseguendo una media giornaliera, suddivisi in tre periodi temporali di rilevamento, confrontati con i valori consigliati dalla normativa UNI, hanno evidenziato una situazione anomala.

I parametri di Temperatura e Umidità Relativa, nell'arco giornaliero di sei mesi, hanno avuto fluttuazioni rilevanti superando notevolmente quelli di soglia.

UNI 10829 Luglio 1999: valori consigliati

Bene di interesse storico ed artistico	T (^{0}C)	ΔT_{max}(^{0}C)	U.R. (%)	Δu_{max}(%)
Dipinti su tela, pitture a olio su tela e canovaccio, tempere, guazzi	*da 19 a 24*	*1,5*	*da 40 a 55*	*6*
Sculture policrome di legno, legno dipinto, pitture su legno, icone, pendole di legno, strumenti musicali di legno	*da 19 a 24*	*1,5*	*da 50 a 60*	*4*
Sculture in legno non dipinte, oggetti di vimini, pannelli di legno o corteccia	*da 19 a 24*	*1,5*	*da 45 a 60*	*4*

Prima della conclusione dei lavori è prevista la stesura di una proposta programmatica, rivolta a definire un sistema microclimatico al fine mantenere i valori di Temperatura e Umidità Relativa, nel rispetto della normativa UNI, per la buona conservazione delle opere pittoriche del salone e con monitoraggio post intervento.

Riadesione del supporto tessile all'impalcato ligneo e fermatura del colore

La prima fase operativa è stata rivolta alla riadesione del supporto tessile, all'impalcato ligneo centinato di sostegno, e alla fermatura della pellicola pittorica sollevata [7]. L'operazione di riadesione è stata condotta in modo selettivo. I segmenti di tela staccati e sollevati, per lo più lacerati, in corrispondenza delle congiunzioni tra le tavole e, lungo i bordi perimetrali inferiori e superiori, sono stati necessariamente fissati. Tuttavia, gli ondulamenti di tela e le bolle distribuite sulle superfici del dipinto che non presentavano problemi di stabilità del colore non sono state trattate, perché considerate deformazioni stabilizzate e non a rischio per la buona conservazione dell'opera. In quest'ottica, si è operato puntualmente alla riadesione delle bolle che evidenziavano problemi d'instabilità della pellicola pittorica, ma anche quelle per estensione di stacco dal supporto tessile che, con il proprio peso, nel tempo, si sarebbero strappati dal sostegno ligneo. In conformità alle indagini di laboratorio, l'orientamento dei test è stato rivolto a un adesivo ritenuto idoneo al caso, avente una buona rispondenza di proprietà meccaniche-elastiche e termo-igrometriche compatibili con i collanti presenti nell'opera. Dopo alcuni test, il miglior risultato è stato ottenuto dalla "colletta romana modificata" [8], con l'aggiunta di Atagol sodico, un'antifermentante. Per addensarla, quindi ispessirla, dopo avere testato alcuni materiali quali Klucel, Carbossilmeticellulosa, si è preferita la farina, utilizzata in genere nella colla di pasta per la foderatura però, nel nostro caso, in una percentuale esigua e con l'aggiunta di pigmenti quali terre di Siena Bruciata e Ombra Bruciata, per aumentare l'ispessimento e conferire la tonalità propria della preparazione del dipinto. L'appianamento è stato preceduto dall'applicazione preventiva di alcuni riquadri di carta giapponese (Tengujo gr.12) e colletta modificata diluita sulla superficie pittorica della bolla da trattare sia con funzione protettiva sia per inumidire e ammorbidire il colore. Lungo i bordi del sollevamento, e sulla cresta, dove erano presenti delle micro mancanze di scaglie pittoriche con la tela a vista, è stato possibile fare penetrare la punta di un ago sottile, di diametro 1,2 mm, tra supporto tessile e impalcato ligneo, e iniettare in differenti punti una contenuta quantità di colletta addensata, mediante siringa. Dopo aver interposto sulla carta giapponese il Melinex, con la punta delle dita è stato svolto un delicato massaggio al fine di distribuire l'adesivo omogeneamente all'interno della cavità e rendere, tramite l'umidità, gradualmente flessibile il supporto tessile.





Figure 10, 11 e 12. Sequenza dell'appianamento e riadesione di uno strappo di supporto tessile

L'operazione si è basata sulla percezione tattile e sensitiva delle dita e, visivamente, osservando la progressiva elasticità della bolla di tela, in fase di trattamento, sino a raggiungere delicatamente il riposizionamento sull'impalcato a tergo senza frantumare il colore. Per perfezionare il fissaggio, sui riquadri di carta giapponese ancora umidi, è stata posta una pezzetta di tela di cotone e, mediante termocauterio a bassa temperatura con spatolina piana, si è proceduto a una leggera stiratura. La procedura permetteva così di fare migrare l'umidità della colletta da tergo verso la superficie, attraversando la pellicola pittorica ed essere assorbita nella pezzetta di tela di cotone che, quando diventava impregnata era sostituita da una nuova asciutta, sino a completamento dell'aderenza del supporto tessile al substrato ligneo e la contemporanea fermatura del colore.

Pulitura

I beveroni, a base di colla animale, stesi sulla superficie pittorica in passato, con il tempo si sono alterati, virando in un tono giallo-brunastro il colore originario e impedendo una corretta lettura dell'opera.

Per asportare lo strato degradante, e recuperare le originarie cromie, è stata impiegata una soluzione chelante [9], a base di acido citrico e Tea, con Ph 8.

La soluzione data a pennello, su carta giapponese interposta alla superficie, ha permesso di solubilizzare il collante proteico e assorbirlo nella carta stessa. In seguito, mediante una spugnetta leggermente inumidita con acqua tiepida, i residui sono stati eliminati dalla superficie.



Figura 13. Lato Nord-Est, veduta d'insieme del fregio con alcuni test di pulitura

In diverse aree, le rifiniture sono state condotte a tampone, con cotone e specillo. La pulitura è stata selettiva, procedendo a registro, e il chelante ha agito sulla materia estranea da asportare, senza interferire sulla superficie pittorica originaria. Una situazione particolare, nella pulitura, è sorta per le riquadrature delle sei tele rimaneggiate nel primo Novecento, vale a dire i rifacimenti mimetici nelle lunette, sopra le finestre lungo il lato canale Nord-Est e nell'angolo Sud-Ovest. Nell'esecuzione pittorica svolta all'epoca, la tonalità prevalente del colore nel nuovo riquadro era stata campita con una gamma ocra-brunastra che ha ricomposto, in quel momento, l'unità cromatica della lunetta alterata nel tempo dal beverone steso nell'Ottocento: un rifacimento condotto per "rifondere il vecchio e il nuovo" [10]. Dopo la pulitura delle lunette, i rifacimenti hanno mantenuto la tonalità brunastra per propria conformazione storicizzata, in contrapposizione all'originaria cromia del fregio dipinto nel Settecento da Nicolò Bambini, sulla gamma tonale monocroma di bianchi, neri e grigi.





Figure 14 e 15. Foto a luce visibile durante la pulitura a registro



Figura 16. Fotografia a luce ultravioletto: a sinistra il fregio alterato dal beverone, al centro dopo la pulitura, a destra, dall'unicorno dopo la pulitura, la verniciatura e l'integrazione pittorica evidenziata dalle macchie nere delle stuccature nell'impalcato ligneo

Conclusione

Le ripetute manomissioni subite in passato e gli inadeguati parametri ambientali del salone, che si sono susseguiti nel tempo, hanno determinando alterazioni delle proprietà chimico-fisiche del fregio, con effetti cumulativi. Questi aspetti hanno determinato una scelta di compromesso, per materiali e metodologie utilizzate nell'intervento. Sono stati mantenuti le deformazioni stabilizzate della tela sulla centina, così anche gli ampi ritocchi sulle lunette originarie che oltrepassano i rifacimenti del primo Novecento. Un progetto di manutenzione, nella sua complessità, che non poteva essere definito a priori, ma "in divenire" negli sviluppi dell'intervento, nel rispetto dell'integrità dell'opera in cui è pervenuta, e in accordo con gli ispettori ministeriali.

La fase operativa, in corso, è rivolta alla presentazione estetica e propone un equilibrio unitario, per valorizzare la situazione figurativa e cromatica d'insieme. Il controllo microclimatico dell'ambiente, sin'ora svolto, ha evidenziato eccessive variazioni delle condizioni di temperatura e umidità, che influiscono in maniera rilevante sull'opera, per la sua futura conservazione. Pertanto, prima della fine dei lavori, è prevista la stesura di un "piano di conservazione preventiva" inteso come strategia sul lungo periodo al fine di minimizzare i processi di degrado, secondo criteri e indirizzi delle normative UNI [11] di settore.

Il presente contributo è condiviso in tutte le sue parti da entrambi gli autori.

NOTE

[1] L'Istituto Veneto per i Beni Culturali (IVBC) è un ente no profit fondato a Venezia nel 1995, accreditato presso la Regione Veneto per la Formazione. www.ivbc.it. L'intervento è stato finanziato dall'Associazione Nazionali Costruttori Edili e Affini di Venezia.
[2] Le operazioni di restauro sono state concordate con i funzionari ministeriali responsabili dell'istruttoria: dott.ssa Maria Cristina Dossi storica dell'arte, Ileana della Puppa restauratrice, Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per il Comune di Venezia e Laguna.
[3] Per la storia della tecnica artistica si rimanda alle pubblicazioni di Paolo Bensi in bibliografia, che ringrazio per gli insegnamenti, la disponibilità al confronto e la cordiale amicizia.
[4] La campagna diagnostica per immagini multispettrale, UV, IR in falso colore, è stata condotta da Dino Chinellato, già tecnico della Soprintendenza, docente di tecniche fotografiche per il restauro presso l'IVBC. Le analisi sono state condotte dal dott. Michele Cecchin, Responsabile tecnico SILTEA SRL di Padova.
[5] Rilievo fotogrammetrico condotto con la collaborazione dell'Arch. Chiara Milillo.
[6] UNI 10829 (1999). "*Beni di interesse storico e artistico. Condizioni ambientali di conservazione. Misurazione ed analisi*", UNI, Milano, 1999.
[7] L'intervento è stato condotto con i Tecnici del restauro IVBC Anna Zulian, Monica Rovea, Annalisa Nardin.
[8] Rossi Doria Matteo,*"Diversificazione delle metodologie nel restauro strutturale dei grandi formati: illustrazione di alcuni casi"*, in *"I° Congresso Nazionale dell'IGIIC, 5-7 giugno 2003,* il Prato, Padova, p. 458, nota 13: Colletta romana con modifiche: Colla cervione Kg1 (Kg. 1) Melassa gr. 250 (miele gr. 180) Aceto di vino gr. 600 (gr. 300) Fiele bovino gr. 80 (gr. 40).
[9] Cremonesi Paolo, "*L'uso di tensioattivi e chelanti nella pulitura di opere policrome"*, Il Prato, Padova, 2004, pag. 36.
[10] Brandi Cesare, "*Teoria del restauro"*, Einaudi, Torino, 1977, pag. 36.
[11] La citata UNI 10829 (1999), e UNI EN 15757:2010. *Conservazione dei Beni Culturali - Specifiche concernenti la temperatura e l'umidità relativa per limitare i danni meccanici causati dal clima ai materiali organici igroscopici.*

BIBLIOGRAFIA

1. Radassao Roberto, "*Nicolò Bambini pittore pronto, spedito ed universale*", in, "*Saggi e memorie di Storia dell'Arte*", n. 22, Venezia, 1998, pagine 131-149.
2. Aikema Bernard, "*Nicolò bambini e Giambattista Tiepolo nel salone di palazzo Sandi a Venezia"*, in "*Arte Veneta"*, n. 40, Venezia, 1986, pagine 167-171.
3. Bensi Paolo, "*La vita del colore. Tecniche della pittura veneta dal Cinquecento al Settecento*", Neos edizioni, Genova, 2000.
4. Bensi Paolo, "*La pittura murale ad olio nel Veneto nel Seicento e nel primo Settecento"*, in "*Barocke Wand- und Deckenmalerei. Technologie und Restaurierung*", Barockberichte", 34/ 35, Vienna, 2003, pagine 337-344.
5. Bensi Paolo, "*La pittura murale con leganti oleosi in Italia nel Settecento e nel primo Ottocento"*, in, "*Sulle Pitture Murali. Riflessioni, conoscenza, interventi*", Arcadia ricerche, Venezia, 2005, pagine 91-98.
6. Koller Manfred, "*La Marouflage. Fortuna storica Italiana ed Europea e problemi del restauro"*, in, "*Sulle Pitture Murali. Riflessioni, conoscenza, interventi*", Arcadia ricerche, Venezia, 2005, pagine 11-15.
7. Morassi Antonio, "*Some "modelli" and other unpublished works by Tiepolo"*, in, "*The Burlington magazine*", n. 97, London, 1955, pagg. 4-1.
8. Knox George, "*Ca' Sandi: La forza della eloquenza"*, in "Arte Documento", n.7, 1988, pagine. 135-145.
9. Armstrong Christopher Drew, "*Myth and the New Science: Vico, Tiepolo and the Language of the "optimates"*, in "*The Art Bulletin"* vol. 87, no. 4, 2005, pagine. 643-663
10. DeGrazia Bohin Diane, "*Paolo Farinati in the Palazzo Giuliari: Frescos and Preparatory Drawings"*, in "*Master drawings"*, Master Drawings Association, vol. 20, No.4, NYC, 1982, pagine. 347-369.

L'INTERVENTO CONSERVATIVO SUI DIPINTI MURALI NELLA CHIESA DI SAN MAMETE A MEZZOVICO / TICINO: PROBLEMATICHE DOVUTE AL RESTAURO DEL 1960

Gisella Burà

Restauratrice/conservatrice SUPSI, Via Pedemonte 28a, 6500 Bellinzona-Svizzera,
0041 79 476 17 80, gisellabura76@hotmail.com



Fig. 1: la volta ad intervento di restauro ultimato.

Abstract

Obiettivo di questa presentazione è quello di contribuire al dibattito sull'integrazione nei lavori odierni di restauro di dipinti murali, in relazione ad operazioni conservative effettuate nei decenni precedenti. L'intervento di restauro in questione si è svolto da giugno 2018 ad aprile 2019 sotto la diretta supervisione dell'Ufficio Beni Culturali di Bellinzona/CH, e riguarda i dipinti murali collocati nella zona absidale della chiesa di San Mamete a Mezzovico. Lo scopo dell'intervento di restauro è la conservazione e la valorizzazione delle pitture murali di differente epoca, stile e fattura presenti all'interno della chiesa, favorendo una migliore leggibilità generale. La parete sud della Chiesa ospita la scena della Crocifissione che è stata eseguita nel 1534, data riportata sul cartiglio sopra il rosone. La parete ovest è interamente dipinta e suddivisa in tre registri: nel registro superiore viene rappresentata l'Ascensione della Vergine; nel registro centrale compare il Giudizio Universale con Cristo in trono, mentre il registro inferiore è gremito da anime resuscitate dalle rispettive tombe. I dipinti su questa parete sono antecedenti alla Crocifissione e sono databili alla seconda metà del XV secolo, probabilmente da riferire alla bottega dei Seregnesi. La volta è caratterizzata da una struttura a crociera con costoloni: all'interno del tondo nella parte centrale è rappresentato il Cristo Pantocratore, mentre nelle vele sono raffigurati i Dottori della chiesa e gli Evangelisti. Agli anni '50 e '60 risalgono interventi diventati urgenti a seguito delle continue inondazioni (1945), che avevano portato ad un forte deperimento dell'edificio sia all'esterno che all'interno. In accordo quindi con l'Ufficio Beni Culturali la finalità dell'intervento è stata quella di integrare il restauro effettuato nel 1960 da operatori ignoti con quello odierno. Valutando ogni singolo intervento e ogni singola operazione precedenti, si è ritenuto opportuno proseguire secondo i dettami odierni, ossia correggendo quello che esteticamente ed eticamente risulta stridente, conservando quello che è stato ritenuto valido, ed eliminando tutto cio' che va ad interrompere una lettura equilibrata dell'intera superficie pittorica. Pertanto non avendo sul territorio molti esempi a riguardo, si è ritenuta necessaria una valutazione ed un approccio rispettoso nei confronti del restauro precedente, in quanto ha acquisito una certa valenza considerando il contesto.

Introduzione

L'intervento di restauro si è svolto da giugno 2018 ad aprile 2019 sotto la diretta supervisione dell'Ufficio Beni Culturali di Bellinzona e riguarda i dipinti murali collocati nella zona absidale, l'arco trionfale e alcuni frammenti scialbati presenti nella navata della chiesa. La finalità del presente intervento di restauro è innanzitutto la conservazione e la valorizzazione generale delle pitture murali di differente epoca, stile e fattura presenti all'interno della chiesa per favorirne una migliore lettura. Sono state pertanto eseguite varie operazioni al fine di effettuare un intervento completo e con il dovuto rispetto verso i materiali originali. La fase iniziale consiste nella raccolta di tutta la documentazione storica e stilistica; per poi stabilire successivamente lo stato di conservazione dell'opera e dei materiali con identificazione delle cause e dei meccanismi di degrado. Cause di degrado dovute al naturale invecchiamento dell'opera, sia da situazioni indotte, sia determinate da restauri precedenti. Mediante la documentazione fotografica e grafica dettagliata dello stato di conservazione di tutte le aree di intervento, l'esame visivo e tattile, le osservazioni dirette e a luce radente si è potuto appurare la condizione generale di conservazione che risulta essere piuttosto differente da zona a zona.

Descrizione dell'opera

Secondo le fonti storiche la costruzione della chiesa di S. Mamete di Mezzovico risale al 1055 e molto probabilmente è la più antica delle chiese attualmente esistenti nel Canton Ticino. La chiesa primitiva era un'aula oblunga, trapezoidale, orientata, aperta su un'abside semicircolare preceduta da un breve arco santo che ne incorniciava l'apertura. Della primitiva aula orientata (XI-XII sec.) sono stati rinvenuti le fondamenta dell'abside semicircolare, resti delle pareti e il muro ovest con scalinata d'ingresso semicircolare all'interno della chiesa. Allo stesso periodo risale la costruzione del campanile. Di seguito l'aula fu allargata verso sud mediante l'aggiunta di una seconda navata. L'odierna costruzione rivolta a sud con coro quadrangolare, ornata esternamente di fregi d'archetti risale alla fine del XV secolo. Un frammento di affresco, forse di un maestro seregnese della metà del XV secolo confermerebbe che verso la fine del XV secolo fu conservata l'abside romanica. Le archeggiature sembrano tutte di tipo post-romanico anche se imitano tecniche costruttive più antiche (alcuni archetti sembrano girati attorno ad una lunetta di granito). Le due cappelle laterali sulla parete est sono un'aggiunta seicentesca e sono dedicate ai SS. Rocco e Sebastiano. Agli anni '50 e '60 invece risalgono importanti interventi di restauro diventati urgenti a seguito delle continue inondazioni (1945) che avevano portato ad un forte deperimento dell'edificio, sia all'esterno che all'interno.

Parete sud:



Fig. 2 e 3: in alto dettaglio della ricostruzione di una grossa lacuna a tinte sottotono con incisione del disegno. In basso stuccatura con integrazione a rigatino.

La parete ospita la scena della Crocifissione rifacendosi al modello introdotto da Bernardino Luini a Lugano in Santa Maria degli Angeli nel 1529. È stato eseguito nel 1534, data riportata sul cartiglio sopra il rosone "AN'O. MCCCCC. XXXIIII. X.IVLII". La parete risulta dominata dalle croci di Cristo e dei due ladroni ed è suddivisa in tre registri ad andamento orizzontale. Nel registro inferiore e ai piedi della Croce sono presenti G. Giovanni e la Maddalena inginocchiata; a sinistra invece il gruppo delle pie donne che sostengono la Vergine; il resto delle figure raccoltesi tutt'intorno sono quelle dei soldati in armatura. Nel registro centrale sono dipinte le figure crocifisse di Cristo e dei due ladri, mentre in quello superiore, a sinistra, vi è dipinto l'angelo che trasporta l'anima del ladro pentito verso il paradiso, mentre sulla destra per contrapposizione vi è dipinta una creatura dalle sembianze demoniache che trasporta l'anima del ladro non pentito all'inferno (non riconobbe Cristo come figlio di Dio). Nel mezzo vi è presente il rosone composto da orifiammi.

La parete presenta ricostruzioni delle grosse lacune eseguite nel 1960 con incisione del disegno e campiture a tinte piatte sottotono che vanno a completare anche parti importanti (figure e cavalli), con una buona interpretazione delle forme e dei movimenti. La fascia inferiore collocata ad un'altezza di circa 1m dal pavimento presenta ingenti tracce di scialbo estremamente concrezionato. Una parte consistente della parete presenta diversi ritocchi e integrazioni pittoriche eseguite sia a velatura (sulle abrasioni di intonaco e della pellicola pittorica) che con tratteggi molto larghi, alcuni dei quali alterati e non più confacenti con il resto della scena allo stato attuale.

Parete ovest:



Fig. 4 e 5: prima e dopo il restauro. A sin. presenza di stuccature di lieve entità integrate pittoricamente, e presenza di scialbo su cui sono stati effettuati ritocchi. A ds. dettaglio a restauro ultimato.

La parete è interamente dipinta e suddivisa in tre registri; nel registro superiore corrispondente alla lunetta viene rappresentata l'Ascensione della Vergine raffigurata all'interno della mandorla, assistita dagli apostoli e angeli musicanti. Nel registro centrale viene rappresentato il Giudizio Universale con Cristo in trono attorniato dagli angeli con le Arma Christi. Il registro inferiore è gremito da anime resuscitate dalle rispettive tombe. Sulla destra del Cristo sono raffigurate le anime benedette e miracolate, sopra le quali un angelo è in procinto di mostrare un cartiglio riportante alcuni versetti tratti dal Vangelo di Matteo. Sulla sinistra invece i dannati annunciati dall'Angelo Sterminatore (personaggio non identificabile prima della pulitura). Ai lati vi sono due riquadri con S. Sebastiano sulla sinistra e un santo martire in vesti raffinate e dalle sembianze da guerriero. Tali dettagli lasciano supporre che possa trattarsi di S. Giorgio o l'Arcangelo Michele. In corrispondenza della fascia inferiore vi sono presenti resti di riquadro con una Madonna in trono sulla sinistra e una figura di un santo sulla destra con l'agnello e la croce, probabilmente Giovanni il Battista.




Fig. 6 e 7: prima e dopo il restauro: a sin. ritocco pittorico con rigatino ad andamento verticale e circolare; a ds. dettaglio ad intervento terminato con la rimozione del tinteggio sulle vecchie stuccature e del tratteggio effettuato sulle abrasioni; restituzione pittorica finale.

La parete presenta numerose ricostruzioni di intonaco di diverse grandezze, alcune delle quali con incisione del disegno eseguite nel 1960 e in certe zone con campiture sottotono che vanno a completare parti pittoriche laddove possibile. Le stuccature più estese sono completate a tinte piatte con una pittura a calce di tonalità calda (es. il grande neutro presente nella lunetta). Le stuccature più piccole, presenti in quantità abbondante, sono state invece integrate a tono, col tempo pero' il ritocco si è alterato e quindi non risulta più in linea con l'originale. La superficie è interessata da numerosi residui di scialbo e velature di calce non rimosse nel 1960 in quanto estremamente tenaci e vetrificate; sono state celate con abbondanti ridipinture sia a velatura che a tono che a rigatino. Questi strati di scialbo presenti sulla superficie sono di diverso spessore. Gli strati più tenaci si riscontrano nel registro superiore e in quello inferiore, parzialmente scomparso. Sulla superficie si riscontrano tracce di impronte di un tessuto di garza sottile impiegato per rimuovere lo strato di scialbo tramite strappo, risalenti probabilmente all'intervento del 1960. La situazione del registro inferiore non permette una corretta lettura del disegno pittorico in quanto la superficie è quasi interamente coperta dallo strato di scialbo. Inoltre si riscontrano su tutta la parete zone localizzate di abrasioni di media e piccola entità integrate pittoricamente sia a velatura che a rigatino.

Volta:

La volta è caratterizzata da una struttura a crociera con costoloni che poggiano su capitelli piccoli di fattura semplice collocati ai quattro angoli del coro. Nella parte centrale e all'interno del tondo vi è rappresentato il Cristo Pantocratore benedicente con in mano il globo terracqueo. Nelle vele sono raffigurati i dottori della chiesa in compagnia degli evangelisti Matteo, Luca, Marco e Giovanni, identificati con i rispettivi simboli ovvero l'aquila, il toro, il leone alato e l'angelo all'interno di ambienti dalle fattezze architettoniche e intenti allo studio dei precetti cristiani.

La volta presenta numerose ricostruzioni delle lacune di intonaco di varie grandezze eseguite nel 1960 con incisione di alcune parti mancanti del disegno che vanno a completare porzioni di figure laddove è possibile. Le stuccature più estese e fuori dal modellato figurativo sono completate a tinte piatte con una pittura a calce di tonalità calda. Sono presenti alcuni residui di scialbo e velature di calce non rimosse nel 1960 in quanto estremamente tenaci e vetrificate, le quali sono state celate con ridipinture sia a velatura che a tono. Inoltre su tutta la superficie è presente una patina biancastra dovuta quasi certamente alla presenza di efflorescenze saline.



Fig. 8: dettaglio della volta che mostra stuccature integrate a rigatino.

Stato di conservazione

Su tutta la superficie della zona absidale sono presenti numerose lacune dell'originale di piccola e grande entità risalenti all'ultimo intervento, risarcite con malte a base di calce e sabbia e intonate cromaticamente. In alcuni casi è stata fatta un'incisione del disegno per completare la parte mancante delle figure e delle architetture con tinte sottotono. Le stuccature più estese sono state integrate con tinte piatte con una pittura a calce di tonalità calda, quelle di piccole dimensioni e/o collocate in corrispondenza delle zone anatomiche invece ritoccate a tono e/o a rigatino. Sono state eseguite numerose stuccature di piccola entità sull'intera superficie. Sulla volta la pellicola pittorica è fortemente sbiancata a causa delle estese formazioni di efflorescenze saline localizzate lungo le lesioni strutturali, ma tendenzialmente diffuse su tutte le vele e i costoloni. E' difficile ipotizzare se queste concrezioni siano dovute ad infiltrazioni di acqua e/o ad un abbondante uso documentato di acqua di calce come fissativo.



Fig. 9: stuccatura verticale decoesa ai lati con integrazione pittorica non più confacente all'originale.

L'integrazione cromatica effettuata negli anni '60 si presenta piuttosto incoerente e disomogenea. I grossi rappezzi sono stati colorati e le stesure di colore si presentano piuttosto alterate. I vari interventi di rigatino ricostruiscono solo in parte e in maniera disomogenea un tessuto pittorico, sono infatti di vario tipo e seguono diverse direzioni (orizzontali, verticali, diagonali, e circolari). Il tratteggio risulta piuttosto grossolano, di varie larghezze e lunghezze. Ci sono diversi gradi di efficacia e di rigore che fa supporre l'intervento di diverse mani. Il ritocco pittorico non risulta più confacente in quanto non compatibile all'originale e non neutro a livello cromatico; questo è dovuto molto probabilmente all'alterazione dei colori nel tempo. Le tonalità dei rappezzi tinteggiati eseguiti nel 1960 ora poco si adattano al colore degli affreschi risultando di tonalità non propriamente in linea con l'originale circostante, e mancanti dell'elemento calce. Sono presenti resti di tasselli di scialbo sulla superficie lasciati quale testimonianza durante i restauri degli anni '60. Presenti sulla superficie (soprattutto sulla parete ovest) residui di scialbo precedenti all'intervento di restauro e che non sono stati rimossi in quanto estremamente tenaci e vetrificati. Su alcune di queste porzioni di scialbo è stata effettuata una restituzione pittorica sia a velatura che a rigatino. L'intera superficie è interessata da abrasioni di pellicola pittorica e intonaco superficiale; queste zone sono state integrate cromaticamente con velature di tinteggio e in alcuni casi con dei tratteggi a tono di un certo spessore.

Interventi eseguiti

Le superfici dipinte sono state affrontate sia col metodo a secco mediante l'uso di spatoline e pennellesse, che per via umida tramite l'uso di solventi applicati a seconda della specifica modalità per limitare l'azione del solvente alla superficie, e per evitare l'eccessiva penetrazione negli strati più interni della pittura. La scelta dei vari prodotti, i tempi di azione, le percentuali e le modalità di applicazione erano commisurate alle caratteristiche fisico-chimiche dello strato da rimuovere, allo stato di conservazione dell'area scelta e alla quantità di materiale da rimuovere. Pertanto, si è cercato di scegliere dei prodotti che avessero una buona compatibilità fisico-chimica col materiale da rimuovere (valori del pH similari), non invasivi e aggressivi della pittura originale, selettivi con azione graduale e limitata alla superficie, con buoni requisiti di lavorabilità e prestazioni (non catalizzassero ulteriori fenomeni di degrado, modifiche dell'aspetto estetico come sbiancamenti dovuti ai sali ecc.) e rispettosi verso la salute dell'operatore e dell'ambiente.

Si è proceduto gradualmente a rimuovere il deposito superficiale di tipo incoerente laddove necessario, impiegando dapprima pennellesse e spugne bagnate per passare poi a prodotti vari dove si necessitava un intervento più incisivo. Si è proceduto con il consolidamento della pellicola pittorica (sia quella pulverulenta che quella sollevata), per passare poi ad una parte consistente del lavoro, ovvero l'eliminazione dello strato di scialbo che ha richiesto tempistiche piuttosto lunghe in quanto la superficie ne era molto interessata. Si è trattato di un intervento minuzioso proprio a causa della difficoltà nel rimuoverlo. La fase successiva è stata quella di valutare l'opportunità di conservare o rimuovere porzioni materiche dell'intervento precedente. Dopo attenta riflessione si è proceduto con l'abbassamento generale dei bordi delle vecchie stuccature in quanto debordanti sull'originale o avente una superficie irregolare; tutto cio' mediante l'uso di pietre abrasive a diversa granulometria e durezza. Lo stesso procedimento è stato utilizzato sulle vecchie stuccature con il ritocco pittorico fortemente alterato; in quel caso si è ricorsi all'uso di carte abrasive per rimuovere la tinta delle stuccature di grandi e medie dimensioni. Su alcune malte intonate cromaticamente è stato rimosso il tinteggio di tonalità calda tramite carte abrasive, riscoprendo una tonalità fredda e maggiormente in armonia con il resto dei dipinti. Le stuccature cosi scoperte sono caratterizzate dei materiali costitutivi (malta a base di calce e sabbia di tonalità grigio chiara) e presentano una compattezza generale buona. A seguire sono stati rimossi interventi a rigatino effettuati su parti originali e su porzioni di intonaco abraso, in quanto cromaticamente e stilisticamente non confacenti. Sono stati conservati e meglio intonati al contesto quelli invece che ricostruiscono le figure e alcune parti di decorazione, perchè considerati esteticamente accettabili. Per quel che riguarda le grosse lacune integrate cromaticamente, alcune (quelle con la tonalità più scura) sono state trattate con passaggi di acqua di calce per alleggerirne il colore e farle arretrare otticamente in modo da non prevalere sull'insieme, e per evitare l'interferire nella lettura dell'immagine. Quelle non intonate all'originale sono state velate. Su alcune zone di scialbo sono stati eseguiti ritocchi pittorici a rigatino, che sono stati eliminati in conseguenza alla rimozione meccanica con l'ausilio di rotatori con punte abrasive dello strato di scialbo; questo ha permesso di scoprire al di sotto porzioni di pittura originale.



Fig. 10: dettaglio della parete ovest dopo l'intervento di restauro.

Per quel che riguarda la restituzione cromatica si è proceduti a velature sottotono sulle abrasioni, a rigatino in zone localizzate e isolate, e a tono sulle stuccature di piccola entità a nanocalce bianche. L'integrazione pittorica è stata eseguita con pigmenti in polvere legati con il caseato d'ammonio all'1.6%. E' stata fatta una reintegrazione delle zone mancanti o comunque seriamente compromesse riguardo alla pellicola pittorica. Il registro inferiore della parete ovest ricoperto da uno strato di scialbo a tratti spesso è stato fortemente recuperato dopo la rimozione di quest'ultimo, facendo scoprire diverse figure che prima dell'intervento non erano perfettamente leggibili.




Fig. 11 e 12: parete ovest, prima e dopo l'intervento di restauro; sulla sin. si notano residui di scialbo, grandi rappezzi, e abrasioni varie; sulla ds. pulitura, rimozione dello strato di scialbo, restituzione pittorica.

Conclusioni

Agli inizi degli anni '60 il manufatto è stato sottoposto a radicali interventi di restauro, che hanno interessato sia l'edificio che la decorazione murale interna. Ciononostante, a distanza di pochi decenni dalla conclusione dei lavori, i dipinti murali posti all'interno dell'edificio mostrano evidenti segni di degrado. Sebbene il restauro precedente sia stato ritenuto valido per le ragioni sopracitate, la superficie pittorica necessita comunque di un intervento, alla luce delle nuove acquisizioni scientifiche e alla messa in commercio di nuovi e più adeguati materiali. In accordo con l'Ufficio Beni Culturali lo scopo del presente intervento è stato quello di intervenire sugli intonaci e sulla pellicola pittorica a rischio di ulteriore degrado, di migliorare quindi la leggibilità dell'oggetto in questione. Parallelamente si è dovuti integrare il restauro precedente con quello odierno. Intervento che è stato in parte ritenuto valido in quanto rispettoso dell'originale sia nelle integrazioni pittoriche che nella stesura delle ampie e diffuse stuccature (all'epoca ancora molto diffusi) volti ad una maggiore restituzione della superficie, garantendo la reversibilità al fine di dare la possibilità di intervenire nuovamente sull'opera a distanza di tempo. In virtu' di un'evoluzione riguardo al concetto di "restauro estetico" che implica riflessioni e quindi scelte dipendenti da fattori di ordine critico-estetico, è nata la necessità di "rileggere" l'intervento precedente per meglio integrarlo a quello odierno. Si è da tempo eliminata la modalità della ricostruzione stilistica delle opere, ovvero il loro rifacimento volto a farle apparire come "probabilmente" erano, si è pero' deciso di conservare le porzioni di intonaco con incisioni che vanno a completare parti mancanti di figure, in quanto ritenuti di buona fattura ed esteticamente un passo dietro l'originale. Per quel che riguarda gli interventi a rigatino invece la questione ha richiesto maggiore coinvolgimento. Sono state analizzate le singole porzioni interessate da integrazione pittorica e si è proceduti attenuando disomogeneità cromatiche ed eliminando, qualora fosse stato ritenuto necessario, tratteggi non più confacenti. Effettuando la rimozione degli strati di scialbo su cui sono state eseguite le restituzioni pittoriche a rigatino, sono state riscoperte porzioni di pittura originale. L'eliminazione dei ritocchi non confacenti dalle stuccature precedenti hanno provocato un certo alleggerimento nella lettura generale di alcune zone che sono state recuperate con delle tonalità neutre, e non più ricostruttive. All'epoca l'utilizzo del rigatino in un territorio ancora piuttosto rurale come quello Ticinese non era propriamente diffuso.

L'intervento odierno ha cercato di agire in maniera conservativa evitando di intervenire sull'originale, e nel pieno rispetto dell'intervento precedente in quanto non ne ha stravolto la natura, ma bensì lo ha integrato. Questa modalità, frutto di una comune decisione presa con le autorità, è ben visibile soprattutto nel ritocco della volta dove si è cercato di integrare solo il necessario. Le tracce sotto tono dell'intervento anteriore sono state rispettate secondo l'indirizzo preso con le autorità. Si è sempre quindi potuto individuare i segni del restauratore.

BIBLIOGRAFIA

1. V. Gilardoni, Il Romanico, Edizione La Vesconta, Bellinzona, 1967.

2. K. Bigger, L. Calderari, L. Dosch, L. Seifert-Uherkovich, P. Cavadini-Bielander, S. Martinoli, Guida d'arte della Svizzera Italiana, Edizione Casagrande, 2007.

MOSAICO FRANZÈ O DEGLI AMORINI PESCATORI DI VIBO VALENTIA PROGETTO PER UN RECUPERO
Rotary Club Hipponion • Vibo Valentia

Maria d'Andrea* **Donatella Barca**** **Giuseppe Mantella*****

* Archeologa, libera professionista, collaboratrice esterna SABAP Reggio Calabria-Vibo Valentia
Via M. Morelli 26, 89900 Vibo Valentia • Tel. 334 1858907 • mariadandrea@yahoo.it
** Prof. associato, Dipartimento di Biologia Ecologia e Scienze della Terra
Università della Calabria • Arcavacata • Tel. 333 4088150 • donatella.barca@unical.it
*** Restauratore Beni Culturali, libero professionista
Via Napoleone III, 89 • 00185 Roma • Tel. 347 1557784 • mantellag@yahoo.it

Abstract

Nelle pertinenze esterne del Museo Archeologico Nazionale di Vibo Valentia (VV), ubicato oggi nel Castello Federiciano della città e, fino al 1996 all'interno di Palazzo Gagliardi, è conservato, su di una pedana in cemento, sorretta da basi tubolari in ferro, un mosaico pavimentale di epoca romana (III sec. d.C.), rinvenuto nel 1964, in un sito archeologico costiero, oggi perlopiù urbanizzato. Dal 1995, il mosaico è musealizzato, lungo il viale d'accesso al corpo centrale del castello, dove oggi, appunto, è possibile ammirarlo. Sono presenti scene di pesca con amorini intenti a tirare su le reti colme di pesci. I pesci rappresentati in questo mosaico costituiscono un vero e proprio *corpus* sulle differenti specie di fauna ittica pescata nel tratto di mare prospiciente la costa, con caratteristiche chiare sin nei più piccoli dettagli, tali da far distinguere precisamente una specie dall'altra. Purtroppo, per i lunghi anni di esposizione all'esterno e privato di qualsiasi tipo di manutenzione, il pavimento è andato deteriorandosi anche perché il supporto in cemento e la base in ferro si sono alterati provocando un degrado complessivo di tutta la struttura. In collaborazione con *il Rotary Club Hipponion Vibo Valentia* e nell'ambito delle attività culturali promosse dalla locale sezione, è stato avviato lo studio di un articolato progetto di restauro che prevede una serie di attività finalizzate principalmente alla messa in sicurezza del mosaico e della fontana centrale in marmo bianco che mostra anch'essa evidenti e gravi segni di degrado. Nonostante il tappeto musivo si trovi allocato all'interno di un Museo Archeologico Nazionale non è stato possibile, nel corso degli ultimi anni, programmare un intervento risolutivo, causa le scarse risorse economiche e di personale disponibili. L'azione del *Rotary Club Hipponion*, in collaborazione con altri club locali, va, quindi, nella direzione del recupero di un bene della comunità attualmente in grave pericolo che, diversamente, andrebbe perduto per sempre.

Introduzione

Il mosaico, detto degli amorini pescatori per le scene rappresentate, è venuto alla luce, casualmente, lungo la costa tirrenica Vibonese a Trainiti, tra Vibo Marina e Briatico (VV), nel 1964 [1]. Pertinente probabilmente ad un ambiente affacciato sul mare, faceva parte integrante di una villa marittima che però non è stato possibile indagare nel suo complesso [2]. Ma le scoperte che si sono succedute nel tempo, in seguito ai lavori di urbanizzazione del sito, che ricade in una tra le più belle zone dal punto di vista paesaggistico, lungo la Costa degli Dei, sono state messe in relazione tra di loro facendo ipotizzare uno scenario compatibile con un grande insediamento dalle caratteristiche tipiche delle ville prospicienti il mare ed a nuclei sparsi [3]**.** I ritrovamenti si riferiscono ad ulteriori lacerti di mosaico [4] e ad una necropoli indagata in due tempi [5] oltre che a due fornaci [6]. Sempre lungo la costa in oggetto, sono stati documentati, in una fascia molta ristretta, ben tre complessi riconducibili all'allevamento e alla lavorazione del pesce a dimostrare la vocazione produttiva del territorio [7]. Due di questi sono quasi contigui: la peschiera di S. Irene e il complesso presso la Rocchetta di Briatico, quest'ultimo ormai decontestualizzato a causa dei vari interventi dell'uomo che si sono succeduti nel tempo, mentre il terzo, quello di Li Gurni di Nicotera Marina, è stato individuato e localizzato solamente sulla base delle foto aeree [8].In quello di S. Irene, l'unico fino ad ora studiato, venivano allevati i tonni nelle grandi vasche scavate nel banco roccioso, mentre a terra erano collocati ambienti per la lavorazione del pesce [9]. Ancora lungo la costa, è localizzato il porto ristrutturato dal tiranno siracusano Agatocle intorno al IV sec. a.C. - ma sicuramente più antico - e utilizzato anche in epoca romana e tardoantica [10]. Qui, nell'area del vibonese come in tutta la Calabria, il pescato costituiva una voce importante dell'economia delle città costiere, ma non solo. L'arte alieutica era praticata lungo lo Ionio e il Tirreno, grazie ai numerosi km di costa, su entrambi i versanti. Immagini di nasse e reti gonfie di pesci popolano la riviera ionica [11]; sulla costa Tirrenica erano famose la pesca dei tonni a Vibo Valentia e quella del pescespada a Scilla, ricordate in particolare da Polibio, Strabone, Manilio e Ateneo [12]. Ritornando al mosaico, l'ambientazione, comune nell'arte musiva romano-imperiale ma che non trova confronti puntuali in questa precisa iconografia, è attestata in *Magna Graecia*, in Sicilia e in tutto il Nord Africa. I pesci rappresentati nel nostro

mosaico costituiscono un vero e proprio *corpus* sulle differenti specie di fauna ittica con caratteristiche precise, sin nei più piccoli dettagli [13].

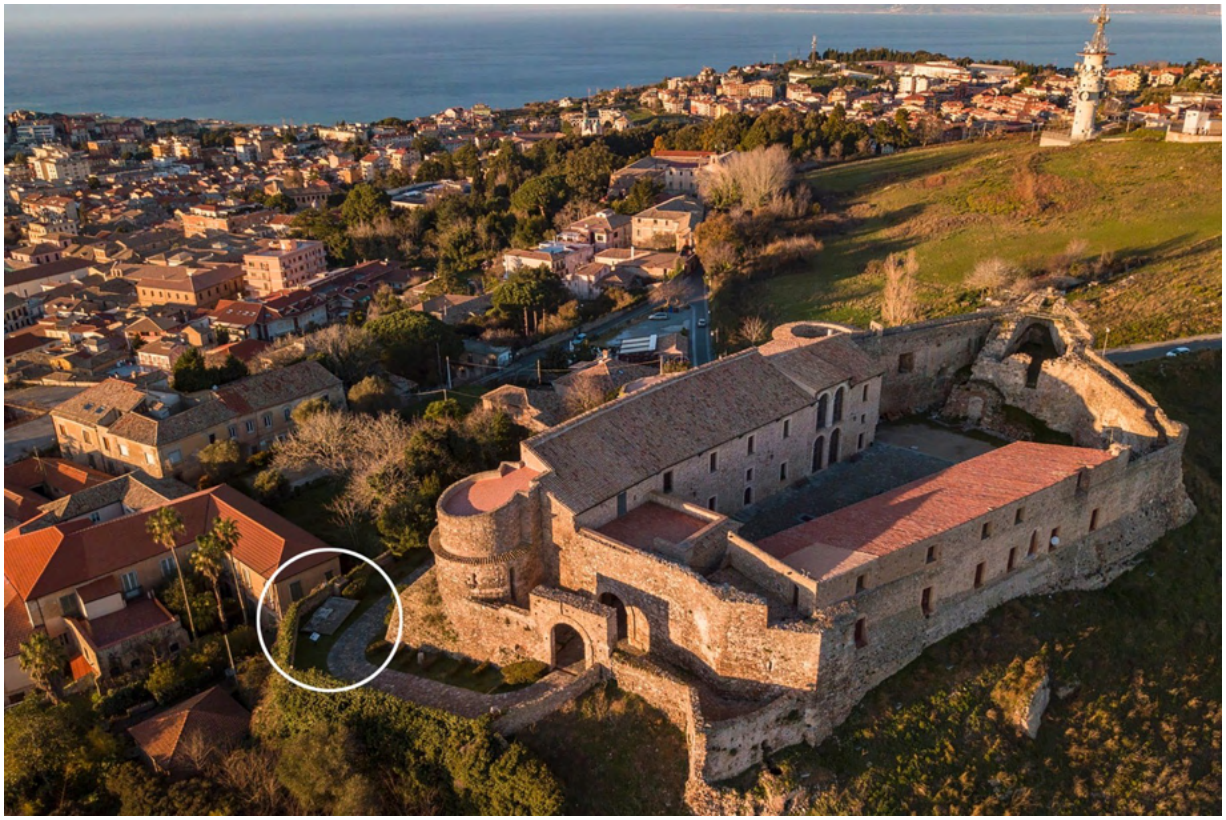


Figura 1. Castello Federiciano sede del Museo Archeologico Nazionale Vito Capialbi. Cerchiato in bianco, il mosaico



Figura 2. Castello Federiciano, musealizzazione attuale del mosaico degli amorini pescatori. Sullo sfondo la fontana in marmo bianco



Figura 3-4. Lacerti del mosaico dopo il primo intervento di restauro in seguito al distacco dalla sede originaria



Figura 5-6. Particolari del mosaico come si presenta oggi

Intervento di restauro

Come già accennato, l'opera è già stata oggetto di un intervento di restauro a seguito della sua rimozione dal sito archeologico costiero. L'assenza di documenti d'archivio non ha permesso di conoscere con maggior precisione i dettagli dell'operazione, ricostruita solo attraverso indagini autoptiche e sulla base delle evidenze.
I pannelli musivi sono stati asportati dal pavimento mediante la tecnica dello stacco, cioè per rimozione dello strato di tessere con alcuni strati di preparazione e allettamento. La presenza di linee nette di cesura in senso trasversale tra i pannelli evidenziano che in fase di strappo il manufatto è stato suddiviso in più parti per consentire una migliore esecuzione dell'intervento. L'operazione di velinatura e protezione del fronte è stata eseguita con adesivo di origine probabilmente animale (colla forte?) e fogli di giornale, come in uso al tempo dell'intervento, e forse di tessuto di tela. Il mosaico è stato staccato dal massetto con tutto lo strato di allettamento delle tessere e uno strato preparatorio del quale non conosciamo la natura ma evidente lungo le fessurazioni e le diverse lacune provocate dalla mancanza di qualsiasi intervento manutentivo. Ulteriori strati di preparazione del massetto sono stati probabilmente risparmiati e lasciati in situ. Dopo lo stacco e il ribaltamento sul retro del mosaico è stata applicata la struttura metallica di sostegno, realizzata con basi in ferro a sezione tonda, lisci, probabilmente non saldati tra loro, posti in senso trasversale e longitudinale con un passo di 20-25 cm a formare una maglia piuttosto larga. Successivamente è stata costruita una cassaforma lignea intorno al mosaico, con una fascia di rispetto al perimetro delle tessere di circa 10 cm, avvantaggiati anche dal fatto che lungo il perimetro abbiamo una quasi totale assenza di tessere originali ed è stata eseguita la colata di cemento a matrice piuttosto grossolana e ricca di inerti di sabbia e pietrisco. Al fine di impedire al cemento fluido di giungere sul fronte dell'opera, le lesioni e le fessure già presenti (lesioni diagonali e lesioni multiple), nonché i tagli trasversali appena operati, sono stati precedentemente colmati con una resina sintetica evidente a causa della perdita in molti punti della stuccatura cementizia finale. Dopo l'asciugatura del cemento, il mosaico è stato ribaltato nuovamente sul fronte e, rimossa la velatura protettiva, è stato sottoposto ad operazioni di pulitura per rimuovere i residui di resine e collanti utilizzati e stuccatura degli spazi interstiziali tra le tessere con una malta a base cementizia di colore grigiastro. Nel corso degli anni l'opera è stata oggetto di pochissimi interventi di manutenzione, ravvisabili nella presenza di alcune stuccature perimetrali realizzate grossolanamente ad integrare parte del cemento del bordo caduto a seguito di eventi non meglio precisabili, poi dipinte con colori dissonanti, dall'effetto sgradevole. Attualmente il mosaico denuncia uno stato di conservazione drammatico. I pannelli di cemento armato su cui è stato posizionato il pavimento dopo lo strappo, hanno nel corso del tempo ed in seguito a sbalzi termo-igrometrici, generato la crescita di efflorescenze saline sulla superficie musiva che contribuiscono con la forza espansiva dei cristalli di Sali, all'infittimento della rete di microlesioni già presente nell'opera. Si presenta quindi ricco di lesioni e con la superficie con cospicue colature di cemento intervenute certamente per infiltrazione dal retro, in fase di colata, molto sottili e saldamente adese alla superficie delle tessere, che alterano in modo sensibile la corretta lettura dell'opera. Anche le stuccature interstiziali, eseguite sempre in malta cementizia disturbano pesantemente l'aspetto estetico alterando sensibilmente i colori originali e contribuendo alla crescita di lesioni ed efflorescenze. Le colmature delle fratture e gli incollaggi di alcune tessere eseguiti con resine sintetiche in fase del vecchio restauro, si presentano molto ingialliti e fessurate, ormai inservibili e decisamente antiestetici. Obiettivo del presente intervento sarà quello di rimuovere il vecchio e dannoso, oltre che antiestetico, restauro antiquariale e di restituire un nuovo e moderno supporto al mosaico nonché una nuova immagine e la possibilità di una corretta lettura dell'opera. Il fine ultimo è quello di renderlo correttamente fruibile, anche in luogo diverso da quello attuale se se ne dovesse presentare la possibilità.
Il restauro si dovrà svolgere principalmente in tre fasi esecutive: una fase preliminare, in cui saranno eseguite indagini autoptiche sullo stato di conservazione, i prelievi per le indagini diagnostiche, la mappatura dello stato di conservazione; una seconda fase, in cui sarà rimosso il cemento per riapplicare un nuovo pannello di supporto; una terza e ultima finale, di lavoro principalmente di natura estetica, volto a ripristinare la buona lettura dell'opera con la rimozione di tutto ciò che è fattore di disturbo visivo oltre che chimico-fisico.

Indagini conoscitive

Prima di intraprendere le operazioni di restauro è stato necessario approfondire la conoscenza del manufatto attraverso una serie di indagini mirate:

- Esame visivo dell'opera per stabilire le tecniche esecutive e individuare i principali problemi di degrado.
- Indagini diagnostiche scientifiche per conoscere la natura ed eventualmente la provenienza dei materiali impiegati (marmi, malte, lamina in piombo, colori, ecc...).
- Velinatura del fronte con tela e colla.
- Ribaltamento sul retro dell'opera.

Le indagini evidenzieranno ancor più la presenza di una capillare maglia di microlesioni di recente formazione, la presenza di efflorescenze saline dovute alla presenza del cemento, e contribuiranno ad approfondire le conoscenze sullo stato di conservazione del manufatto per una corretta programmazione dell'intervento.

Con l'ausilio di microscopio ottico binoculare e microscopio ottico digitale, sarà eseguita una scansione completa della superficie dell'opera, che avrà lo scopo di mettere ulteriormente in evidenza le problematiche conservative e fornirà notizie circa la tecnica esecutiva dell'opera, dei materiali impiegati.

Il rilievo e la mappatura dello stato di conservazione

Sarà quindi eseguito un rilievo dettagliato del mosaico in scala reale, sovrapponendo a contatto dell'opera un foglio trasparente di poliestere su cui si è ricalcato: i tratti essenziali del disegno; lo stato di conservazione con relativa mappatura del degrado (fratture e lesioni, vecchie stuccature in gesso o cemento, lacune, etc).
Il rilievo, oltre che funzionale all'operazione di mappatura si rivela necessario nelle successive fasi di restauro.

La protezione del fronte tramite velinatura (facing)

Il mosaico sarà protetto mediante l'applicazione sulla superficie di una tela di cotone "incollata" con una resina acrilica, Paraloid B72 al 20% in acetone, collante dal buon potere adesivo ma facilmente reversibile con tamponi di acetone. L'operazione avrà lo scopo di fissare le tessere del mosaico al fine di evitarne la movimentazione durante le successive fasi di restauro.

Il ribaltamento sul retro

Dopo la protezione del fronte mediante facing dei diversi pannelli che costituiscono il tappeto musivo, ogni singolo pannello mosaico sarà opportunamente protetto con una cassaforma rigida costituita da tavole in legno rigide e imbragato con elastici e tiranti, quindi ribaltato sul retro per consentire le successive operazioni di restauro. Tra la superficie musiva e il tavolato ligneo saranno interposti strati di protezione costituiti da fogli in polietilene e pluriball nonché tessuto non tessuto, al fine di non creare danni al mosaico anche se già protetto dalla velinatura.

La rimozione del cemento armato

Dopo il ribaltamento delle porzioni di mosaico sul retro, sarà necessario trasportare i vari pannelli dell'opera in un vano all'aperto dove sarà possibile procedere con la successiva fase di rimozione dello spesso strato di cemento armato realizzato nel restauro per assolvere alla funzione di supporto del mosaico. Con l'ausilio di un frullino con lama diamantata si taglierà il cemento, spesso ben 7-8 cm, in tanti cubetti di 5 cm di lato. Saranno operati diversi saggi al fine di testare la profondità del taglio da adottare e per constatare l'eventuale presenza di strati di malta di allettamento e di preparazione eventualmente asportati con il tappeto musivo. La profondità del taglio arriverà sino all'armatura in ferro posta a contatto del retro del mosaico, senza quindi intaccare lo strato di malta. Procedendo per fasce parallele, dopo l'operazione di taglio, i cubetti ricavati saranno asportati meccanicamente per mezzo di scalpello, cercando di ottenerne il distacco dallo strato sottostante evitando quindi di asportare parti di malta originale. Man mano che si procederà con il taglio e la rimozione dei cubetti di cemento, si asporteranno i tondelli di ferro dell'armatura. Per rimuovere i residui di cemento meglio adesi alla superficie di malta, si opererà nell'asportazione con una gradina (scalpello dentato) in grado di far saltare i più piccoli residui di cemento. Si procederà in questo modo sino alla completa asportazione del cemento.
I bordi del mosaico saranno trattati per ultimo, essendo la parte maggiormente delicata. Operando sempre dal retro, con ausilio di frullino, si cercherà di abbassare lo spessore del cemento sino al livello dello strato di malta per poi rimuovere le sottili fasce di cemento perimetrali in maniera delicata con piccoli scalpelli, evitando di entrare in contatto con le tessere. Terminata la fase di rimozione del cemento si procederà con la pulitura del retro per mezzo di pennelli in setola morbida e aspiratori, al fine di rimuovere ogni residuo di cemento e le polveri create in fase di asportazione. A quel punto sarà quindi possibile apprezzare le qualità delle malte operate in fase di allettamento e creazione del mosaico. In questa occasione saranno prelevati i campioni di malte di allettamento per eseguire le necessarie indagini diagnostiche.
Dopo la pulitura ed al fine di creare intorno al mosaico una struttura di contenimento del fragile perimetro di tessere ormai non più protetto dal cordolo in cemento, sarà necessario costruire una cornice di listelli di legno funzionale all'inquadramento del pannello per le successive operazioni. I listelli saranno fissati mediante chiodatura al pannello di legno su cui è stato precedentemente posto il mosaico. Dopo questa operazione, essendo la malta originale ricca di lesioni e lacune, si procederà alla realizzazione di idonee stuccature di riempimento per ottenere una superficie il più possibile omogenea e priva di avvallamenti ed asperità e funzionale a non far penetrare la nuova malta di allettamento sul fronte dell'opera. La maltina di riempimento, facilmente reversibile, sarà composta esclusivamente da resina acrilica e sabbia di fiume priva di sali.
Lungo i bordi del mosaico, già perimetrati dai listelli, si inserirà della sabbia di fiume sciolta con la funzione di non far debordare la malta di allettamento successivamente stesa in fase di incollaggio del pannello.

L'incollaggio del nuovo pannello di supporto in Aerolam

Dopo le operazioni preliminari appena descritte, sarà possibile procedere con un'ulteriore fase, quella dell'applicazione delle porzioni di mosaico ai nuovi pannelli di supporto in Aerolam. Il pannello di Aerolam è composto da due fogli di vetroresina che racchiudono all'interno un nucleo a nido d'ape in alluminio. Ha ottime capacità di resistenza a flessione e compressione, è leggero ed è chimicamente inerte nei confronti dell'opera.
Sarà innanzitutto necessario dimensionare e tagliare il pannello secondo le misure stabilite dalla riquadratura precedentemente operata, per poi procedere con la stesura di uno strato di malta di allettamento direttamente sul lato del pannello che andrà a contatto del mosaico. La nuova malta, funzionale all'adesione dei due, è composta da pozzolana superventilata e calce aerea. La presenza di pozzolana superventilata quale inerte garantisce ottime proprietà idrauliche all'impasto, una perfetta adesione al supporto per la sua granulometria finissima, oltre a presentare spiccate proprietà di resistenza a cloruri e solfati. La stessa malta sarà stesa anche sul retro del mosaico.
Dopo la stesura della nuova malta su entrambe le parti (mosaico e supporto), si procederà al posizionamento del pannello in Aerolam sul mosaico, facendone ben coincidere i perimetri con quelli dell'intelaiatura lignea operata intorno al mosaico. Per effettuare una pressione omogenea e garantire un supporto in fase del successivo ribaltamento, sarà necessario applicare dei listelli trasversali in legno a contatto con l'Aerolam per eseguire poi la morsettatura funzionale a garantire una perfetta adesione tra le parti. Il sandwich creato per l'incollaggio sarà smontato e aperto per riportare in luce il mosaico.

La rimozione del facing

Dopo la verifica del buon incollaggio, sarà quindi possibile procedere con la rimozione della velinatura operata inizialmente (facing) a protezione del mosaico. L'operazione sarà eseguita usando tamponi di ovatta imbevuti di acetone applicati sulla superficie fino al rinvenimento della resina impiegata per l'adesione (Paraloid B-72) e rimuovendo delicatamente la tela di garza di cotone avendo cura di non operare strappi decisi per non movimentare le tessere poiché la malta di allettamento sarà ancora fresca.
Dopo la rimozione completa della garza di cotone, sarà eseguita una preliminare pulitura della superficie con ovatta e acetone per asportare i residui di Paraloid ancora presenti in grande quantità. La rifinitura della pulitura preliminare con tamponcini di cotone, bisturi e acetone sarà invece eseguita per rimuovere lo sporco più grossolano costituto da residui di sabbia di fiume e stuccature di livellamento operate in precedenza e trapassate sul fronte.

Le stuccature preliminari

Sempre in fase preliminare, su ogni pannello saranno eseguite stuccature perimetrali intorno al mosaico, funzionali sia a livello strutturale, per non lasciare scoperto il bordo, sempre fragile, del mosaico, sia a livello estetico, necessari a nascondere la malta di allettamento di colore scuro. La stuccatura sarà realizzata con una malta a base di calce aerea, sabbia fine opportunamente setacciata e polvere di marmo. Con lo stesso impasto saranno eseguite le stuccature delle lesioni più grandi e delle lacune, lasciando lo strato sottolivello rispetto alla superficie del mosaico per poter poi eseguire in un secondo momento le stuccature finali.
Dopo le operazioni di sostituzione dei supporti del mosaico e le preliminari operazioni di pulitura e stuccatura, si procederà con la seconda fase di intervento finalizzata principalmente alla pulitura della superficie musiva ed alla presentazione estetica.

La pulitura della superficie musiva
La superficie del mosaico presenta particolari situazioni di sporco di natura organica, come patine di sudiciume, polveri compattate ed attacco biologico. Il cemento è presente sotto forma di una patina molto sottile e dura presente in numerosi punti sulla superficie fino ad obliterare completamente porzioni di mosaico. E' inoltre presente, su tutta l'opera, all'interno degli spazi interstiziali tra le singole tessere, usato come malta da stuccatura. Altro fattore di sporco è costituito dai residui ormai alterati e ingialliti della resina usata nella stuccatura delle lesioni.
La fase di pulitura sarà quindi finalizzata principalmente alla rimozione delle alterazioni visive generate dal cemento ed alla rimozione dei residui di Paraloid operati in questo restauro nelle fasi precedenti.
Nella consapevolezza di non poter rimuovere il cemento interstiziale poiché saldamente adeso e per non compromettere la buona tenuta del mosaico dovendo operare in maniera traumatica tra ogni tessera, si deciderà in corso d'opera se correggere l'interferenza visiva creata dal grigio scuro del cemento cercando di rimuoverlo dove possibile o abbassarlo per operare poi nuove stuccature.
La pulitura sarà quindi sia di natura chimica, con solventi organici funzionali alla rimozione della resina acrilica superficiale e delle vecchie colle, sia di natura meccanica, per la rimozione del cemento.
La pulitura chimica, dopo preliminari test di scelta del solvente idoneo, sarà eseguita con tamponcini di ovatta imbevuti di acetone puro applicati sulla superficie per asportare i residui di Paraloid con ausilio di bisturi chirurgico

e microscopio ottico bioculare. L'operazione permetterà di asportare tutti i residui presenti. Per la rimozione dei residui di vecchia colla animale sarà invece adoperata, una miscela di tensioattivi, applicata con tamponcini di ovatta, laddove le incrostazioni risultavano più compatte e tenaci, per poi procedere con una miscela di acetone, acqua e alcool (3 A) in parti uguali, per rifinire la pulitura e neutralizzare il solvente più aggressivo precedentemente impiegato. Per la pulitura meccanica finalizzata alla rimozione o riduzione del cemento presente in superficie sarà invece necessario testare più soluzioni. In prima analisi sarà testato l'impiego della luce laser pulsata, in grado di asportare incrostazioni molto dure senza interferire con il substrato dell'opera. Saranno eseguite prove con il micromotore con montate punte al widia efficaci per il cemento, lavorando in maniera controllata e puntuale. A questa soluzione sarà affiancato l'uso del bisturi e di specilli dentistici, per operare nei punti più critici e meno accessibili.

La stuccatura

Dopo le operazioni di pulitura sarà necessario eseguire la stuccatura della fitta maglia di microlesioni generatasi sul mosaico nonché la stuccatura delle più grandi lesioni antiche e delle piccole lacune presenti.
Le microlesioni saranno colmate con maltina da iniezione in consistenza pasta Ledan TB1, con ottima capacità di penetrazione in interstizi molto piccoli in ragione della elevata finezza dell'impasto. La maltina, una volta applicata con piccole spatole nella lesione, sarà rasata con tamponcini di ovatta inumiditi di acqua e fatta asciugare. Un'ulteriore eventuale rasatura, dove necessario, sarà eseguita con carte abrasive finissime senza intaccare la superficie delle tessere.
Le lesioni di maggiore entità e le lacune saranno colmate con una maltina fine a base di calce aerea, sabbia finissima di fiume e polvere di marmo a grana finissima in proporzione 1:2. La maltina, applicata con spatole, sarà stesa in leggerissimo sottolivello, lavorata in superficie con spugna e lasciata asciugare.
La stuccatura finale del perimetro sarà eseguita dopo il montaggio dei diversi pannelli su un nuovo supporto che sarà appositamente realizzato in funzione del luogo dove sarà esposto definitivamente il mosaico e con lo stesso impasto ma a granulometria maggiore, per creare un effetto coloristico più vibrante.
Le stuccature saranno sottoposte ad un leggero accordo cromatico eseguito in tono neutro con acquerelli da restauro sulle lesioni e le microlesioni, e con un sottotono nelle lacune presenti nelle parti colorate.

Indagini diagnostiche

Oltre al restauro, lo studio storico e archeologico del mosaico verrà affiancato dall'indagine chimico-fisica e petrografica delle tessere musive provenienti dal manufatto, mirata a caratterizzarne i materiali e, qualora possibile, trarre informazioni sulle tecnologie di produzione e sulle materie prime. Lo studio rappresenta un classico esempio di proposta interdisciplinare in cui le competenze proprie della mineralogia, petrografia e geochimica si intersecano con le competenze storiche e archeologiche.

Per la realizzazione della fase diagnostica saranno previste le seguenti fasi:
- campionamento;
- analitica;
- elaborazione e interpretazione dei dati.

Verrà eseguito il campionamento delle tessere cercando di prelevare, compatibilmente con l'esigenza di ridurre al minimo i prelievi, le diverse tipologie di tessere in lapideo naturale e vitree. Per fortuna, nel corso degli anni man mano che si staccavano dal supporto in cemento, sono state recuperate numerosissime tessere e custodite nei magazzini del Museo Archeologico. Pertanto non sarà necessario asportare ulteriore materiale dal già provato mosaico. Sui campioni verrà eseguito lo studio petrografico in sezione sottile. Saranno condotte le analisi morfologiche e le microanalisi tramite SEM-EDS (Microscopia elettronica a scansione con associata microanalisi) e/o EMPA-EDS (Microsonda Elettronica con associata microanalisi) sulle sezioni sottili lucide dei campioni, per il riconoscimento delle principali fasi mineralogiche e la determinazione della composizione chimica in termini di elementi maggiori. Sarà studiata la composizione degli elementi in tracce dei campioni archeologici mediante spettrometria di massa al Plasma con associata ablazione laser (LA-ICP-MS). I dati provenienti dagli studi precedenti saranno rielaborati attraverso tecniche statistiche di analisi al fine di individuare la provenienza dei materiali archeologici. Lo studio consentirà di stabilire l'eventuale origine locale delle tessere in lapideo naturale. Qualora dovessero essere campionate tessere in marmo bianco le indagini minero-petrografiche consentiranno di determinare se hanno un'origine italiana (Carrara) o se mostrano una provenienza estera (Grecia, Turchia e altre località del Mediterraneo). L'individuazione delle località di provenienza dei materiali utilizzati potrà fornire un'ulteriore testimonianza dell'importanza del sito archeologico d'origine del mosaico oggetto di studio e messa in sicurezza. In merito alle tessere vitree i dati geochimici forniranno informazioni utili circa le tecniche di produzione e la possibile correlazione con l'attribuzione cronologica del mosaico.

Conclusioni

La situazione relativa al manufatto oggetto di questo progetto-studio, costituisce uno dei numerosi casi documentabili tra i nostri beni culturali italiani. Che sono innumerevoli, spesso di pregevole fattura, ma più spesso opere meno conosciute, meno appariscenti dal punto di vista artistico, tuttavia tracce preziose ed identitarie custodite con passione dalle comunità locali, nei centri minori, e la cui fragilità e bellezza sono minacciate da danni causati dallo scorrere del tempo, dall'incuria e dalla carenza di risorse economiche per la loro messa in sicurezza. La situazione del mosaico Franzè o degli amorini pescatori, costituisce un esempio emblematico di tutto questo, di come troppo spesso ci si abitui alla presenza "silenziosa" di reperti che, privati del contesto di appartenenza, non hanno nulla da esprimere se non una bellezza apparente. Un esempio virtuoso di collaborazione tra pubblico e privato può essere considerato questo intervento studiato con il Club Rotary Hipponion-Vibo Valentia che, facendosi carico del restauro del tappeto musivo, può restituire alla propria comunità un bene di cui essere orgogliosi.

NOTE

[1] In realtà nell'archivio storico della Soprintendenza di Reggio Calabria , sono custodite notizie di un rinvenimento addirittura del 1961, che riferisce di colonne e di un capitello in marmo nella proprietà Meduri. Il sito, in generale, ha restituito tracce di frequentazione anche del Neolitico per la presenza di ossidiane e selci lavorate. Cfr. Iannelli, Givigliano 1989, p. 709, nota 68.
[2] I rinvenimenti, aggiornati al 1989, sono elencati in Iannelli-Givigliano 1989, pp. 709-716.
[3] Arslan 1974, pp. 3-4; idem 1983 p. 281, nota 38 f. mappa 7, particella 88.
[4] Nel 1974, quindi dieci anni dopo, sarebbero venuti alla luce altri lacerti di mosaico; ne riferisce Arslan 1974, p. 31.
[5] Pasquinucci 1982, pp. 641 e ss. e Iannelli-Givigliano 1989, pp. 714-716.
[6] Iannelli-Givigliano 1989, p. 711, con bibliografia precedente.
[7] Iannelli et *al.*,pp.
[8] Givigliano-d'Andrea 2014, pp. 263, scheda 116.
[9] Iannelli 1990, pp. 9-43.
[10] Sul porto di Agatocle cfr. Ferro 2003, pp. 255-263 e Lena 1989, pp. 583-607 per l'identificazione del porto.
[11] Yamb, *V. Pith.* VIII, 36,1, ha descritto reti e nasse cariche di pesci, issate dalle profondità marine dai pescatori nelle spiagge tra Sibari e Crotone.
[12] Sulla pesca, le tecniche, l'iconografia e risorse economiche. Cfr. De Rose 2006, pp. 39-68.
[13] Il mosaico non è mai stato oggetto di studio approfondito. Una bella descrizione, seppur sintetica ma tuttavia esaustiva per comprendere la valenza storica ed iconografica del manufatto, è stata pubblicata da Faedo 1994, pp. 614-615 con importanti note. Per la descrizione ed individuazione delle singole specie ittiche, vedi De Rose 2014 e De Rose d'Andrea 2016 c.s.

BIBLIOGRAFIA

1. Arslan Ermanno Antonio, *Scavi e scoperte a Vibo Valentia*, Magna Graecia, VII, 1974, 3-4, pp. 12-13.
2. Arslan Ermanno Antonio, *La ricerca archeologica nel Bruzio*, in *Brettii, Greci e Romani*, Atti del V Congresso Storico Calabrese (Cosenza, Vibo Valentia, Reggio Calabria, 28-31 ottobre 1973), Roma 1983, pp. 271-301.
3. De Rose Luciana, *I tesori del mare. L'arte alieutica nel Mediterraneo antico*, in *In Calabria... Riflessi di una storia "minore" al centro del Mediterraneo*, a cura di Givigliano Gian Piero, Napoli, ESI, 2006, pp. 39-68.
4. De Rose Luciana, *Il mosaico degli amorini pescatori da Trainiti-Vibo Valentia*, in *Vincenzo Nusdeo, Sulle tracce della storia. Studi in onore di Vincenzo Nusdeo nel decennale della scomparsa* (a cura di) d'Andrea Maria, Adhoc, Vibo Valentia 2012.
5. De Rose Luciana, d'Andrea Maria, *La fauna e il mercato ittico. Da fonti storiche e iconografiche i luoghi e i processi di approvvigionamento della città*. VII CONGRESSO AISU 2016, c.s.
6. Ferro Isabella, *Studi antiquari e ricerca archeologica. Il porto di Hipponion-Valentia*, in *Collezioni Storiche. Storie di collezioni. Erudizione e tradizione antiquaria a Monteleone di Calabria* (a cura di) Floriani Gilberto e d'Andrea Maria, Rubbettino, Soveria Mannelli 2008, pp. 255-263.
7. Faedo Lucia, *Aspetti della cultura figurativa in età romana*, in S. Settis (a cura di) Storia della Calabria II. Età Italica e romana, Roma-Reggio Calabria 1994, pp. 595-652.
8. Givigliano Gian Piero, d'Andrea Maria, *Insediamenti e paesaggi dalla preistoria al tardoantico sul Monte Poro*, Vibo Valentia, Adhoc 2014.
9. Iannelli Maria Teresa, Givigliano Gian Piero, *Hipponion-Vibo Valentia: la topografia (carta archeologica)*, in "AnnPisa", serie III, vol. XIX, 2, Pisa 1989, pp. 627-681.

10. Iannelli Maria Teresa et al., *Indagini subacquee nel tratto di costa tra Zambrone e Pizzo Calabro, con particolare riferimento agli stabilimenti antichi per la lavorazione del pesce,* V Rassegna di archeologia subacquea, Giardini Naxos 19-21 ottobre 1990, Edizioni P&M Associati, Messina, pp.9-43
11. Lena Gioacchino, *Vibo Valentia. Geografia e morfologia della fascia costiera e l'impianto del porto antico,* ASNSP, s. III, XIX 2, Pisa 1989, pp. 583-607.
12. Pasquinucci Marinella, *Ambre romane da Briatico,* in Aparchai, studi in onore di P. E. Arias, Pisa 1982, pp.641-645.

CONSERVAZIONE E RESTAURO DEL *TEMPIO DI SANTA VENERA ALLA GROTTA* A BARCELLONA POZZO DI GOTTO (ME)

Sebastian Sidoti

Conservatore Beni Architettonici ed Ambientali
Ordine degli architetti, pianificatori, paesaggisti e conservatori di roma. dottorando di ricerca presso Universidad Politecnica de Valencia, departamento de conservacion y restauracion de bienes culturales, e-mail: sesi@posgrado.upv.es pec: seb.sidoti@pec.archrm.it

Abstract

La conservazione ed il restauro del patrimonio storico-monumentale presuppongono, preliminarmente al progetto esecutivo, un'adeguata conoscenza dei dati storici e materico-strutturali per la definizione delle specificità culturali e conservative del manufatto oggetto dell'intervento. Si deve alla fine degli anni '70 la formula magica, oggi più che mai valida, "conservare significa conoscere" formula riconosciuta anche a livello legislativo in materia di lavori pubblici. Nella normativa relativa agli appalti pubblici ,inizia a consolidarsi il concetto dell'indispensabilità della diagnostica nel primo grado di progettazione dell'intervento (progetto preliminare) e, se necessario, un completamento nella seconda fase (progetto definitivo); se ne riconosce, altresì, l'iter e multidisciplinari età; una diagnostica significativa del manufatto e del suo degrado può e deve essere il frutto di un lavoro d'equipe cui partecipano l'architetto progettista, lo storico dell'arte, l'esperto scientifico , uno strutturista ed il restauratore. Tale compendio pone finalmente l'attenzione sulla necessità delle indagini diagnostiche come strumento essenziale per una corretta progettazione che eviti interventi non compatibili e varianti in corso d'opera che incidono negativamente sull'economia del progetto. Le possibilità consentite dalla moderna tecnologia e dall'applicazione della diagnostica conservativa sono innumerevoli. Un'utile applicazione di tali risorse presuppone una precisa e consapevole definizione del problema per il quale ricercare le giuste risposte, in rapporto alle possibilità economiche ed ai limiti delle metodologie e delle strumentazioni disponibili. L'interazione di diverse discipline, differenti figure professionali e metodologie di indagine è essenziale per rendere funzionale l'intero progetto diagnostico. Il Bene Culturale da restaurare va innanzitutto salvato per poter essere conservato. Per intervenire in modo corretto, non provocando situazioni di danno sul manufatto, bisogna improrogabilmente conoscere lo stato conservativo della materia componente, le cause del degrado, lo sviluppo delle stesse, l'interazione con il supporto e con l'ambiente così da operare scelte progettuali compatibili, utilizzando prodotti idonei.

Introduzione

ll vasto ed eterogeneo patrimonio siciliano ha vissuto per lungo tempo un'infelice storia di abbandono, spoliazione, degrado e soprattutto d'oblio. Molte sono state le dominazioni e le civiltà succedutesi in Sicilia per l'importanza strategica del luogo e per la qualità del clima. Fenici, Greci, Arabi, Normanni, Svevi, Aragonesi, Spagnoli hanno lasciato importanti testimonianze del loro passaggio. Le loro tracce sono rilevate attraverso la presenza di un ricco patrimonio artistico-culturale, materiale ed immateriale, ancora oggi esistente. Tra le testimonianze più significative di tali passaggi di popoli, che nel patrimonio architettonico hanno determinato stratificazioni di fasi storico-costruttive sulla pelle degli edifici, c'è *IL TEMPIO DI SANTA VENERA ALLA GROTTA*, a Barcellona Pozzo di Gotto, in provincia di Messina. Per lungo tempo è rimasto nell'ombra ed oggi quasi dimenticato. Nonostante le fonti siano frammentarie e non chiare sull'origine del suo culto, Santa Venera era venerata in tutta la Sicilia e venne innalzato tale tempio nel piccolo borgo della città del Longano che prese il suo nome. La tradizione vuole che sia nata nel territorio barcellonese di *Gala* da genitori cristiani e martirizzata all'interno della grotta ove sorge il tempio e dove pare sgorgasse una sorgente. A confermare quanto si tramanda, fu che anche il fatto che i Padri Basiliani del vicino convento di Gala ne avessero diffuso la sua venerazione nel tempo. Il Tempio all'imbocco della Grotta è stato ricostruito nel '700 ma il culto risale all'alto Medioevo secondo l'attestato del Diploma Normanno del 1105 che riferisce sulla delimitazione dei confini del Monastero Basiliano di Santa Maria di Gala. Per quando concerne l'origine, cui sopra accennato, si ricorda che il processo di cristianizzazione dei culti pagani permetteva anche il perdurare di qualche elemento di antichi riti, manifestazioni e credenze, da qui la continua connessione della presenza della Santa con l'esistenza di pozzi e sorgenti che genererebbero una commistione o una probabile discendenza del culto della Martire da quello pagano di Afrodite-Venere [1]. Il tempio dedicato a Santa Venera si compone di due parti: una costituita da un corpo a pianta quadrangolare di circa 6,50 mt per lato, sormontato da un tamburo e da una cupola a padiglione ottagonale e l'altra da una grotta in roccia affiorante dal terreno. La sua costruzione si fa risalire al 1718 ma la presenza all'interno della chiesa di tre archi in mattoni pieni, all'imboccatura della Grotta, fa pensare ad una

preesistente costruzione poi trasformata nell'attuale tempio che in un primo momento era stato fatto risalire al Settecento dagli storici, in seguito, grazie ad uno studio di un approfondimento dovuto ad progetto di conservazione multidisciplinare che ha coinvolto oltre me stesso una equipe di specialisti costituita da uno storico dell'architettura, un architetto conservatore, un ingegnere e due geologi, risulta invece risalire al XI o XII secolo. Il sito appare in documenti di archivio del 1050.

Il risultato dello studio interdisciplinare è approdato all'ipotesi che il tempio, così come lo vediamo oggi, sia il prodotto di quattro fasi storico - costruttive.

La prima fase pratica dello studio interdisciplinare è stata l'osservazione diretta "dell'oggetto dell'intervento" che ha permesso di ricavare le informazioni necessarie per una diagnosi preliminare sullo stato di conservazione del monumento ma soprattutto per la definizione delle fasi successive e dei relativi gruppi interdisciplinari coinvolti.



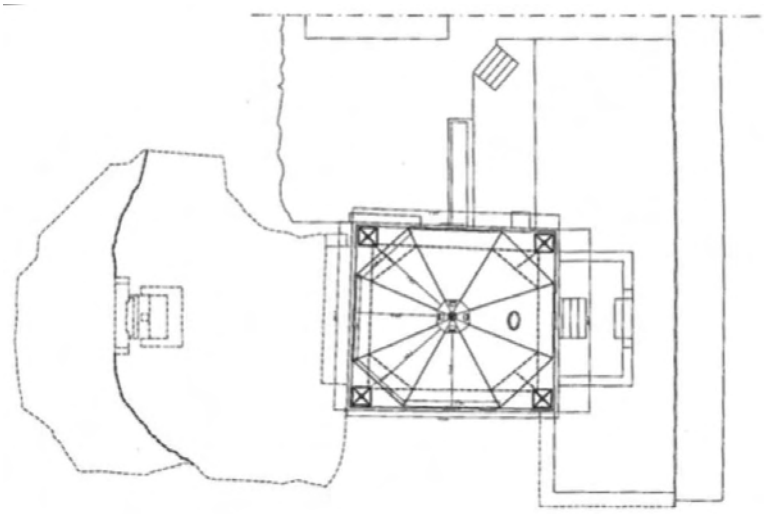


Figura 1. Fotografia prospetto principale Figura 2. Pianta ed intorno e contesto in cui si inserisce il manufatto e pianta copertura

Il piano interdisciplinare di conservazione e restauro definisce un crono-programma strutturato in 6 fasi:

1. Fase storico - archivistica ed inquadramento territoriale
2. Rilievo fotografico, rilievo geometrico, rilievo geometrico dei particolari costruttivi in scala 1:10, rilievo architettonico
3. Indagine a vista, rilievo materico, analisi delle murature secondo il metodo del rilievo geometrico - critico in scala 1:10, campionamento delle malte ed analisi mineralogico-petrografiche e chimico-fisiche.
4. Rilievo del quadro fessurativo, rilievo delle alterazioni e dei degradi (secondo indicazioni Normal con allegate le schede di materiali–degradi-interventi). Ipotesi di fasi storico-costruttive.
5. Studio geometrico-statico della cupola, analisi limite, analisi della spinta della cupola, studio quadro fessurativo, progettazione e dimensionamento del cerchione, progettazione e dimensionamento dei tiranti, studio del comportamento statico dell'architrave e progetto di sostituzione dello stesso
6. Progetto di riuso sostenibile e riqualificazione tecnica dell'intorno (con progetto del collettore idraulico)

Si è operato in modo sequenziale, prendendo in considerazione prima il monumento in tutto il suo contesto, esaminando quindi sempre più in dettaglio "l'aspetto esteriore", fino all'analisi del particolare. Le prime osservazioni hanno riguardato la collocazione e l'esposizione dell'edificio, ovvero l'ambiente al contorno. L'indagine è proseguita prendendo in considerazione i materiali costitutivi, le particolarità stilistiche e architettoniche, cercando di individuare tutte le modifiche e le trasformazioni apportate nel tempo, siano esse causate dal naturale processo di invecchiamento dei materiali in rapporto alle condizioni ambientali date, dalle diverse destinazioni d'uso, dalle trasformazioni e dai restauri subiti. Questa fase ha rappresentato il momento d' inizio del lavoro diagnostico vero e proprio seguito dall'elaborazione delle prime 4 fasi del crono-programma per arrivare ad un'accurata relazione descrittiva dello stato di fatto del monumento che rappresenta la base per l'elaborazione di fasi successive. L'accesso al tempio, attualmente, si trova ad una quota inferiore di circa un metro rispetto al terreno circostante che, data la vicinanza al torrente, si è innalzato nel corso del tempo per cause alluvionali. Il portale d'ingresso, con stipiti in pietra arenaria, prima ornamento del monastero di S. Maria di Gala, è arricchito da due statue scolpite nel 1717: quella di S. Pietro e quella di S. Paolo. Sull'architrave, realizzato in calcare ed arenaria, è posto lo stemma dei Basiliani. Sopra l'ingresso, sotto un arco in mattoni, è posta la statua in pietra di S. Venera, realizzata da *Paolo Greco* [2]. Il prospetto principale, come i laterali, è caratterizzato dall'uso di mattoni pieni per i cantonali e per gli stipiti delle bucature dall'uso di pietra mista a frammenti di laterizio per le pareti perimetrali. I prospetti laterali sono caratterizzati dagli stessi elementi. Ad esempio l'uso dei mattoni per le paraste centrali e per le bucature circolari. Internamente, l'edificio è costituito da

un organismo murario, suddiviso da una cornice, realizzata in blocchi di pietra di Siracusa alternati a mattoni, frammenti di laterizio e pietrame misto su due livelli: il primo parte da quota 0,00 mt ed arriva a quota 4,47 mt ed il secondo da questa a quota 7,72 mt.

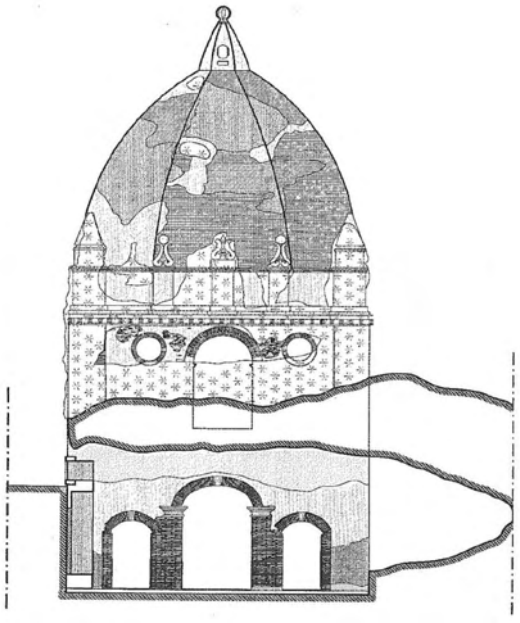


Figura 3. Materico e degrado Prospetto Nord-Ovest

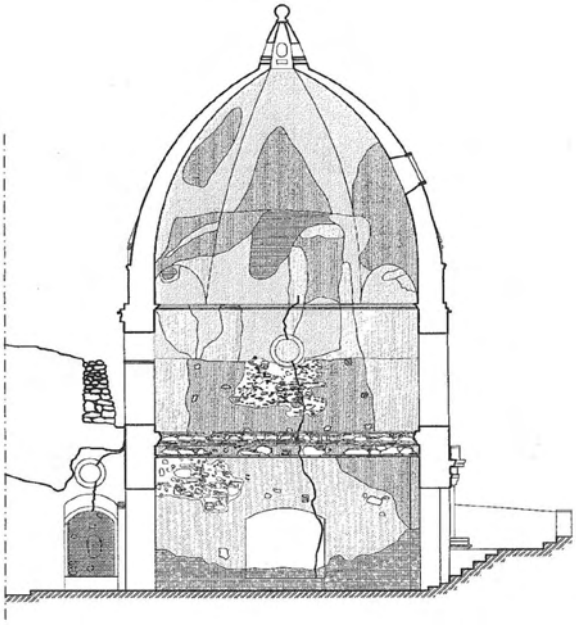


Figura 4. Materico e degrado Sezione Sud- Ovest

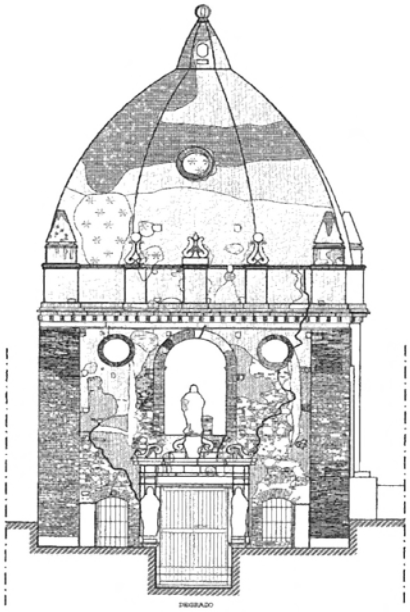


Figura 5. Materico e Degrado Prospetto Sud-Est

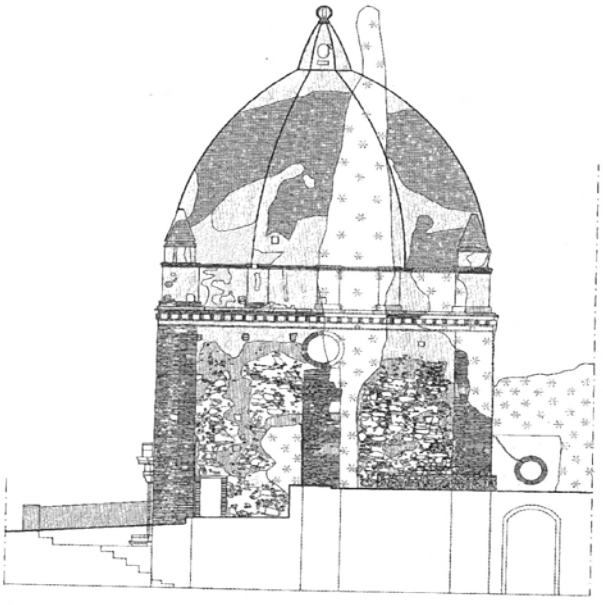
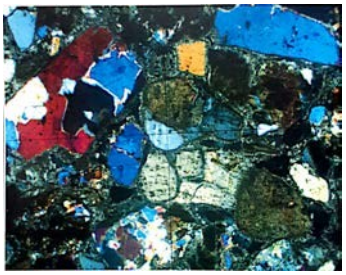


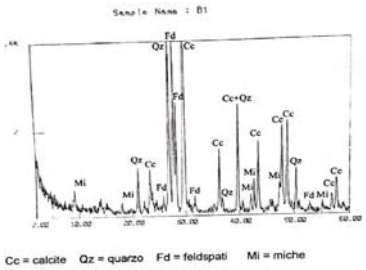
Figura 6. Materico e degrado Prospetto Nord Est

I due prospetti laterali presentano, all'interno, al livello inferiore, due ampie nicchie centrali di cui una è impreziosita da un piccolo altare in mattoni, al livello superiore, sotto l'imposta della volta, centralmente, c'è un oculo del diametro di circa 70 cm. Il prospetto sud-est e quello nord-ovest, al livello inferiore, presentano un ampio arco centrale che, nella facciata principale, è probabilmente stato modificato esternamente con l'inserimento della cornice lapidea del portale d'ingresso. Esistono inoltre due archi più bassi di quello centrale posti ai lati che nel prospetto sud-est sono stati modificati da tamponature. I suddetti prospetti, al livello superiore, hanno un arco centrale ed ai lati di questo due bucature circolari.
Il vano quadrato della chiesa è coperto da una cupola a sesto ribassato, a padiglione con otto falde, di cui quattro sono impostate sulla cimasa del tamburo e le restanti su quattro cuffie, dette trombe, di forma conoidale, che raccordano il perimetro quadrangolare della pianta con quello ottagonale della cupola.

Le trombe, composte da due unghie, si trovano impostate in corrispondenza dei cantonali interni. Lo spessore della cupola all'imposta è di circa 75 cm, con un'angolazione di 30°, ed arriva ad uno spessore di 30-35 cm alla base del lanternino.
La presenza di buche pontaie nello spessore della cupola ha permesso l'individuazione della tecnica costruttiva adottata: quella a "concrezione". Tramite la realizzazione di ottagoni concentrici. Tali ottagoni sono realizzati con conci di pietra calcarea appena sbozzati, disposti in maniera leggermente aggettante dal basso verso l'alto, in modo da ottenere uno spessore massimo all'imposta e minima alla base del lanternino. In asse agli archi centrali, dei prospetti a nord e a sud, sulla falda della cupola posta sulla cimasa del tamburo c'è una monofora circolare. Il tamburo, alto 1,29 mt, realizzato in calcare, è decorato da pochi elementi. Agli angoli elementi tronco-piramidali e tre paraste distribuite in maniera regolare in ciascuno dei quattro prospetti. Al di sopra delle paraste ci sono tre volute che coronano il prospetto principale e quello retrostante. In quest'ultimo esse si trovano in uno stato di degrado maggiore o, probabilmente, sono state intagliate grossolanamente in seguito alla scarsa fruibilità visiva. Il lanternino, con la sua semplicità stilistica, offre maggiore eleganza alla struttura ma la sua particolarità sta nel fatto che esso ha una pianta ottagonale un po' schiacciata. All'interno della Grotta, sul fianco destro, c'è una piccola paret che connette la grotta al tempio. Su di essa si nota un arco tamponato che doveva essere l'entrata di un cunicolo sotterraneo che portava al palazzo di *Nasari*. Tale elemento costruttivo è l'unica testimonianza di detto passaggio poiché il resto è stato totalmente occultato dalle nuove costruzioni. Questo palazzo padronale, che sorge a sud-ovest della Grotta, ha subito una serie di interventi invasivi per cui di esso ci rimane solo la torre ed un arco in pietra che, invece, è di costruzione saracena. La Grotta e il territorio circostante facevano parte del feudo dei Monaci Basiliani di Gala, anzi essa ne segnava il confine occidentale, come ci viene anche dimostrato dallo stemma in pietra dell'ordine dei Basiliani.
Il feudo, nella metà del XVIII, fu concesso in enfiteusi [3]. L'Abate Commendatario del Monastero Basiliano di Gala lo concesse alla famiglia messinese dei Gregorio e da questa passò a quella dei Di Giovanni e da quest'ultima, alla famiglia Genovese che attualmente dovrebbe averne cura.
La Grotta è costituita da due banchi di pietra: la parte inferiore, che circonda il perimetro interno, raggiungendo uno spessore massimo nella parte retrostante l'altare, ed uno soprastante su cui si nota la formazione di piccole stalattiti. Al centro della Grotta vi è un altare in muratura con al centro un quadro di ardesia raffigurante la *Santa* e che riporta la data del martirio: il 920 [4]. La figura è alquanto sbiadita, così pure la scritta latina posta sotto l'immagine votiva. Ai piedi dell'altare secondo la tradizione è seppellita la *Santa*. Nel 1970, durante lavori di restauro, al suo interno venne alla luce un pavimento risalente circa tre secoli addietro, formato da mattoni in argilla quadrati ed esagonali e frammenti di antiche ceramiche, mentre nel tempio c'è una pavimentazione recente realizzata in mattoni pieni. All'interno della Grotta, nella parte retrostante l'altare, il livello di calpestio sale di circa un metro e all'entrata sinistra si trovava un pozzo che, dopo le inondazioni, fu sommerso. Attualmente, la Grotta è chiusa al culto celebrato in passato e viene aperta al pubblico nel periodo natalizio, per l'allestimento di un caratteristico Presepe. Si procede dunque all'elaborazione delle fasi finali in cui vengono raccolti ulteriori dati tecnici e conoscitivi finalizzati alla progettazione degli interventi di restauro conservativo e di consolidamento strutturale.
Si sono rese necessarie indagini diagnostiche riguardanti l'analisi delle superfici, in particolare della malta costituente le murature. La fase diagnostica si è articolata in: campionamento, indagine di laboratorio, esame dei risultati e loro interpretazione comparativa. Il campionamento è stato preceduto dalla definizione dei punti e dei metodi di prelievo (bisturi, scalpello e martello) garantendo la rappresentatività del campione per le finalità delle indagini da eseguire: caratterizzazione del materiale e comprensione dei fenomeni di degrado. Il campione è un frammento di malta di allettamento di un cantonale realizzato in muratura di mattoni e malta costituita da unico strato di colore d'insieme nocciola con scarsa aderenza al supporto. Le indagini di laboratorio di tipo chimico-fisico e mineralogico-petrografico (osservazione al microscopio di sezioni lucide e sottile, diffrattometria rx, analisi porosimetrica) hanno rilevato le caratteristiche della malta costituente le murature ed il loro stato di conservazione in rapporto alle diverse condizioni ambientali e alle vicende conservative o manutentive. In particolare è stato accertato che lo studio mineralogico petrografico del campione di malta realizzato in sezione sottile ed in diffrattometria, oltre ad analisi porosimetrica, prelevato dal cantonale in muratura in mattoni e malta ha permesso di concludere che la malta era stata confezionata con legante a base di calce e aggregato silico-carbonatico nel rapporto di 1 a 3. Dalla presenza di minerali tipici di facies metamorfiche si evince che la provenienza dei clasti e da riportare all'aria locale del messinese. Inoltre il sito di edificazione dell'edificio, *Contrada Santa Venera* a Barcellona Pozzo di Gotto, è costeggiato da una Fiumara e si può ipotizzare quindi che la malta di calce aerea utilizzata sia stata confezionata con sabbia silico - carbonatica recuperata nelle immediate vicinanze della Fiumara. Il bacino idrologico della Fiumara sopracitata si estende in un'area che comprende litotipi metamorfici e sedimentari (calcareniti). L'habitus dei clasti che costituiscono l'aggregato denota un'origine tipicamente fluviale poiché le forme riconducono ad un processo di erosione operato dall'acqua. Inoltre la presenza nell'aggregato di bioclasti carbonatici suggeriscono una provenienza da depositi calcarenitici verosimilmente derivanti dalla calcarenite di Naso.







I Figura 7. Macro fotografia campione Figura 8. Microfotografia in sezione sottile a nicol, 100X Figura 9. Diffrattometria ai raggi X

Si è proceduto con rilievo del quadro fessurativo, rilievo delle alterazioni e dei degradi (secondo indicazioni Normal con allegate le schede di materiali-degradi-interventi). Il rilievo del quadro fessurativo ha messo in risalto una particolare situazione d'instabilità delle strutture murarie che desta particolari preoccupazioni se non dovesse essere realizzato un intervento di consolidamento strutturale. Tutti i prospetti risultano interessati da lesioni passanti e non passanti. Il prospetto principale Sud-Est, risulta interessato da una lesione passante con ampiezza di circa 2 cm, misurato all'intradosso dell'architrave del portale in marmo. La cupola non presenta alcun tipo di lesione, né capillare né passante, a testimonianza della buona tecnica utilizzata e della tecnologia adottata che ha tenuto conto del peso e della conseguente curva delle pressioni facendo in modo da essere contenuta all'interno dello spessore. Solo in prossimità del raccordo col tamburo sono presenti delle lesioni capillari dovute all'infiltrazione di acque meteoriche a loro volta dovute all'assenza di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque.
Da un'analisi esterna sui cantonali, essendo impossibile eseguire saggio interni delle murature in prossimità del raccordo tra muratura e cantonali, è possibile ipotizzare la mancanza di ammorsature tra i due elementi murari. L'analisi delle strutture murarie è finalizzata alla determinazione delle condizioni statiche e meccaniche degli organismi architettonici e del grado di sicurezza dei singoli elementi costitutivi. Innanzitutto, l'indagine diretta ha permesso di caratterizzare lo stato di fatto delle strutture portanti principali attraverso l'analisi di variazioni morfologiche e dello spessore nonché attraverso la valutazione dello stato di conservazione della malta tra gli elementi base in pietra o in laterizio. Di fondamentale importanza l'analisi delle murature secondo il metodo del rilievo geometrico-critico in scala 1:10. L' analisi della muratura attraverso il rilievo geometrico critico è stata eseguita su porzioni di circa un metro quadrato e precisamente in prossimità delle lesioni rilevate nei diversi prospetti al fine di ottenere i parametri necessari per eseguire l'analisi limite. Sono state studiate 4 porzioni di murature, rappresentative dello stato di conservazione, attraverso rilievo geometrico critico e nonostante queste porzioni rappresentino solo dei campioni, la tecnica muraria può essere estesa a tutto il manufatto.
La tecnica utilizzata si fonda su regole che rispecchiano almeno in buona parte la regola dell'arte anche se si può ipotizzare una non efficace ammorsatura tra i cantonali e l'organismo murario. Un ulteriore accorgimento riscontrato è la sistemazione dei conci tra le bancate, che presenta un mancato sfalsamento dei giunti, con la conseguente formazione di sorelle. A completare l'analisi del paramento murario è la presenza di un eccessivo spessore dei giunti di malta, nonostante questo implichi in minima parte la resistenza della muratura. In definitiva la tecnica costruttiva si colloca ad un livello appena sufficiente con delle caratteristiche di resistenza medio basse. L'analisi statica e di stabilità delle costruzioni murarie, realizzata con la direzione tecnica del Professore Mirabella Roberti, ha previsto: studio geometrico e statico della cupola, analisi limite, analisi della spinta della cupola, progettazione e dimensionamento del cerchione, progettazione e dimensionamento dei tiranti, studio del comportamento statico dell'architrave in cemento armato e progetto di sostituzione dello stesso. Alcune osservazioni vanno eseguite sul contesto in cui si inserisce il manufatto architettonico ed in particolare sull' orografia del sito a contorno, al fine di schematizzare il cinematismo compiuto dalla struttura a seguito delle sollecitazioni cui è stato ed è soggetto. Due sono gli elementi da prendere in considerazione in quanto entrano in gioco nella schematizzazione del cinematismo e nell'analisi strutturale. La prima è la roccia affiorante che funge da vincolo esterno al prospetto nord-ovest in modo da diminuire l'altezza del muro e la seconda è il terrapieno spingente sul prospetto Sud Ovest. Nonostante spinga verso l'interno, sul prospetto Sud Ovest la forza di entità è modesta e può essere considerato come un vincolo esterno assimilabile ad un contrafforte collaborando al momento stabilizzante. Per evitare che la struttura collassi per effetto del cinematismo in atto saranno necessari due interventi: il primo volto all'eliminazione della causa che ha prodotti i dissesti, il secondo per eliminare i dissesti e ripristinare la continuità strutturale del tessuto murario.

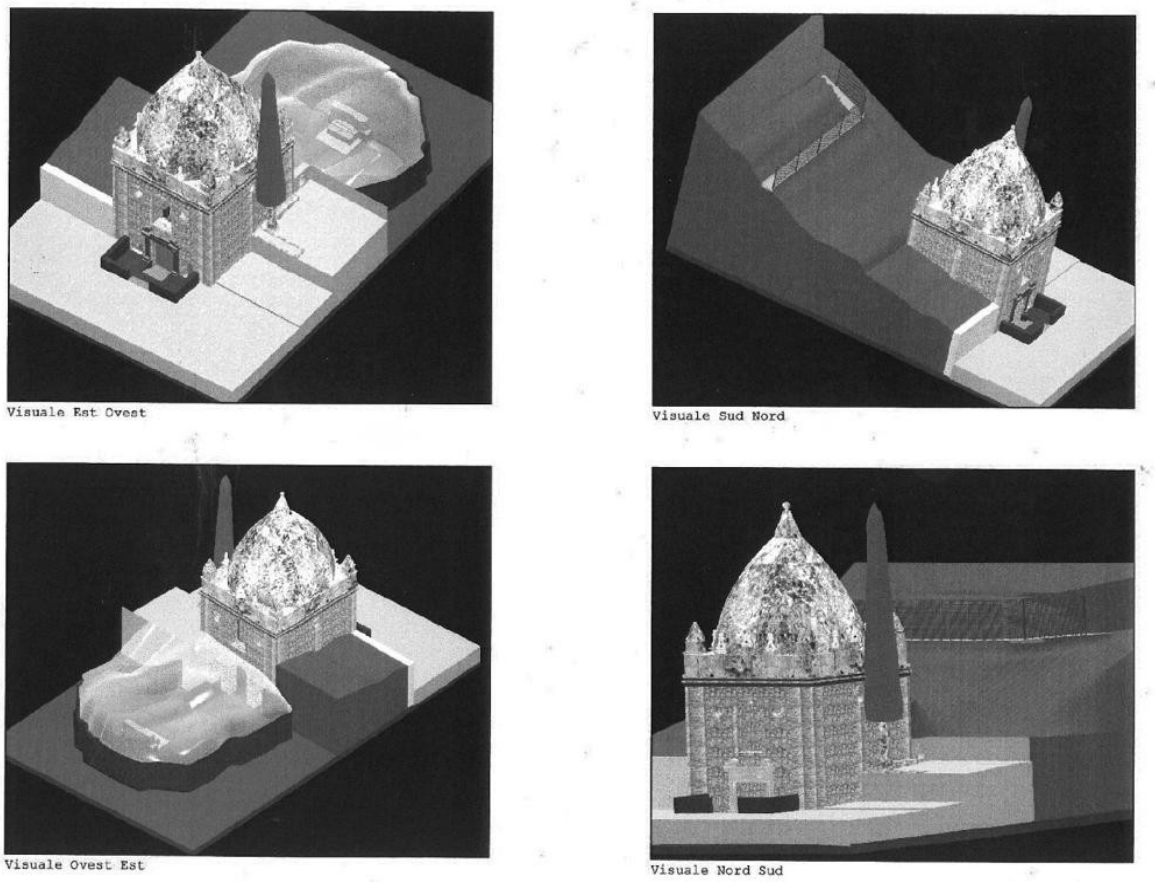


Figura 10. Ricostruzione 3D dello stato di fatto del contesto con vista del terrazzamento abusivo realizzato a ridosso del prospetto nord-est che occulta la lettura della prima e seconda fase storico costruttiva del monumento innescando ulteriori meccanismi di degrado e dissesto.

Dopo aver eseguito le diverse analisi si può affermare che il tipo di cinematismo che ha prodotto il quadro fessurativo è dovuto alla eccessiva spinta della cupola. Dall'analisi limite seguita sulle diverse sezioni si e dimostrato che cantonali del prospetto principale tendono a ribaltare verso l'esterno causando degli stress strutturali e lesioni. Per eliminare la causa che ha prodotto il cinematismo di ribaltamento si dovrà intervenire sul momento stabilizzante ovvero aumentando lo stesso. Questo obiettivo può essere raggiunto con l'inserimento di cerchioni o tiranti o con l'inserimento di contrafforti.
Dal punto di vista della conservazione estetica il secondo pone dei limiti perché entra nella sfera degli interventi invasivi ripercuotendosi inoltre nel campo della fruizione estetica del Monumento e stravolgerebbe l'intorno del manufatto ormai storicizzato. Il primo invece rimane un intervento che intacca in minima parte la struttura oltre ad essere facilmente removibile e di facile manutenzione ordinaria. Sono stati progettati e dimensionati sia i tiranti che i cerchioni. Tra le due alternative andrebbe scelta quella maggiormente rispettosa del Monumento ovvero i cerchioni dato che tiranti comportano, anche se in minima parte, la perdita di parte dell'edificio. Per consentire il passaggio dei tiranti sarebbe necessario praticare dei fori per tutto lo spessore della muratura oltre che all'inserimento esterno di capochiavi. Nonostante il progetto di consolidamento preveda sia il dimensionamento dei tiranti che dei cerchioni, considerando le difficoltà tecniche legate alla realizzazione di quest'ultimi a causa della mancanza di maestranze, l'indicazione progettuale è quella della messa in opera di tiranti normalmente utilizzati nel patrimonio storico. Risolto il problema dell'eliminazione della causa che ha prodotto dissesti e lesioni attraverso la progettazione e il dimensionamento dei tiranti, il secondo problema da risolvere sarà quello dell'eliminazione degli stessi e del ripristino della continuità strutturale del tessuto murario. Il ripristino della continuità strutturale operazione comunemente denominata "cuci e scuci" sarà seguita attraverso la metodologia generica di intervento per il ripristino di muratura in pietrame generiche (come descritta nel testo di Allegra in bibliografia) che risulta perfettamente intercalabile nel nostro contesto cantieristico. Per quello che riguarda la tecnica per realizzare l'operazione di integrazione muraria sarà quella che viene definita di "risarcitura muraria" ovvero di risarcitura dei giunti dilavati con scaglie di pietra e di laterizi. Si sarebbe potuto pensare ad un intervento da realizzare con l'utilizzo della sola malta, se si fosse trattato di un tipo di degrado legato esclusivamente al dilavamento del giunto, ma considerando la mancanza di pietre cadute in

seguito alla disgregazione di questo è opportuno operare con frammenti di pietra a forma di cuneo che possano essere opportunamente messi in opera in modo da rimettere in tensione la muratura.
La linea progettuale assunta nei confronti del manufatto è quella che segue il filone della *conservazione*, ponendo il rispetto del documento – monumento storico tra i capisaldi che conducono le scelte progettuali. Molte volte ci si trova a dover abbandonare almeno in parte il filone filologico assunto per trovare il giusto compromesso tra Conservazione e Riuso, anche se sarà quest'ultima a doversi adeguare agli spazi architettonici conservati. Sono stati progettati tutti gli interventi atti ad eliminare le cause di degrado e le patologie, assegnando al manufatto l'originaria destinazione d'uso ed una nuova, con il compromesso che venga garantita la conservazione del manufatto nel tempo. Nonostante il termine *demolizione* non faccia parte del lessico conservativo il contesto in cui si inserisce il manufatto presenta dei fenomeni di abusivismo tali che il piano di conservazione e riuso sostenibile elaborato ipotizza la demolizione di ciò che è abusivo e che occulta la lettura stratigrafica del monumento, limitando comunque l'intervento ad una regolarizzazione dell'area perimetrale del lotto in cui ricade l'edificio in modo da facilitarne la lettura.

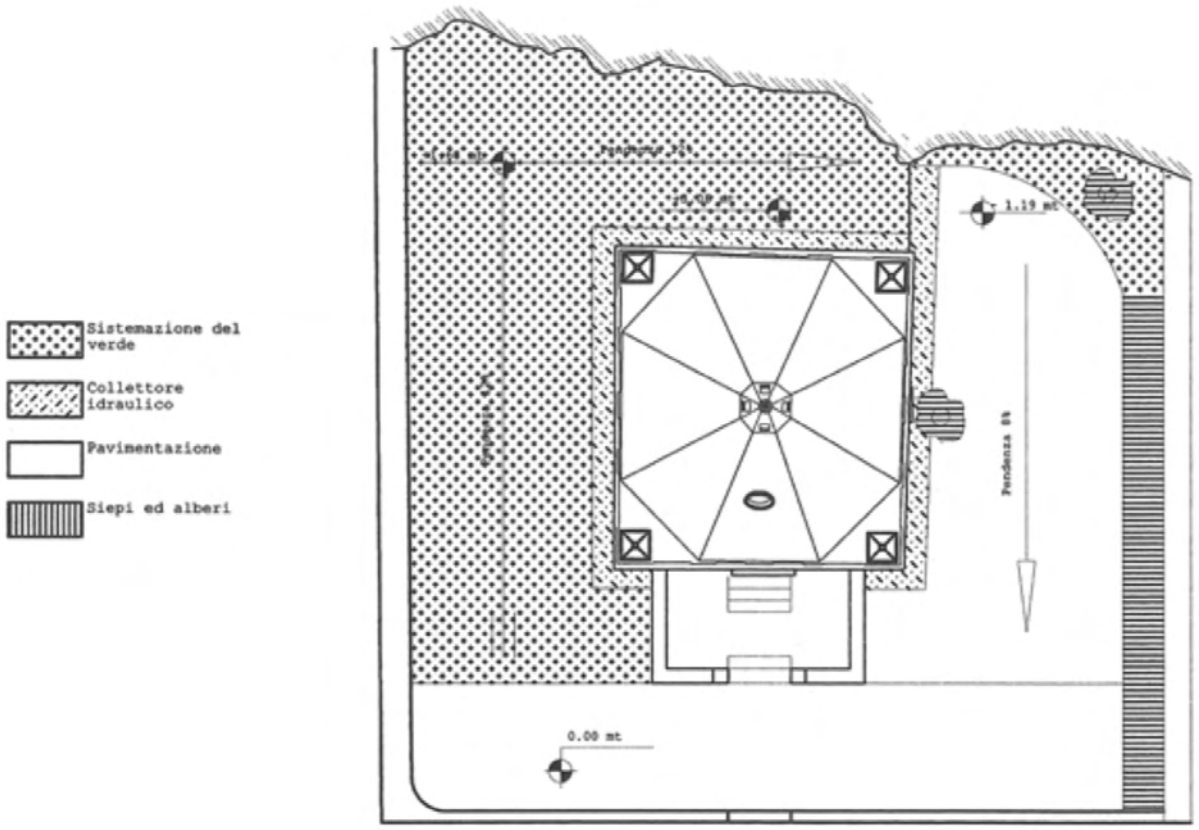


Figura 11. Progetto di riuso sostenibile e riqualificazione tecnica dell'intorno e del contesto con demolizione delle opere abusive realizzate nel terreno attiguo al tempo. Viene inoltre delimitato il perimetro di realizzazione del collettore idraulico.

Tutti gli interventi sono orientati a rendere accessibile il bene liberandolo dalle superfetazioni e dagli abusi edilizi realizzati sui terreni circostanti che non ne permettono una lettura storico artistica e renderlo fruibile al pubblico, riutilizzarlo in una forma sostenibile ai fini di un miglior inserimento nel contesto paesaggistico valorizzandone la percezione del bene culturale pubblico recuperato. La linea progettuale conservativa assunta all'inizio è stata perseguita e raggiunta conservando l'intero edificio, adottando delle scelte progettuali che integrano armonicamente i materiali ed il contesto.
Gli interventi di particolare rilievo possono essere così schematizzati:
- cerchioni e o tiranti: la progettazione di questi elementi costruttivi è stata guidata dalla metodologia progettuale di fondo riproponendo una tecnica antica
- collettore idraulico: è uno dei pochi metodi che rientra nella sfera conservativa rispettando la muratura intervenendo su aria puntuali ed anche materiali sono stati scelti in funzione di quelli presenti nella struttura evitando problemi di compatibilità
- sostituzione dell'architrave in conglomerato armato: la scelta di sostituire l'architrave è dipesa dalla necessità di garantire un'uniforme lettura interna delle superficie e dello spazio. Anche la traccia dell'originario arco di

scarico e mattoni conforme alle regole costruttive degli altri vani murari ha influenzato le scelte progettuali inserendo un nuovo arco di scarico e mattoni pieni a 4 teste
- gli infissi: l'attuale stato di conservazione dovuto in gran parte alla mancanza di infissi in vista della nuova destinazione d'uso sono stati progettati degli infissi in ferro modellati in base alla geometria dei vani rilevati in modo da essere meno possibile visibile dall'esterno
- canalizzazione smaltimento delle acque: per evitare ulteriori problemi di umidità è necessario organizzare un sistema di canalizzazione delle acque all'interno del collettore idraulico e tramite una rete di deflusso si smaltiranno le acque all'esterno del lotto
- conservazione delle superfici interne ed esterne: all'interno si prevede la conservazione delle superfici di debitamente pulite e consolidate lasciando in tal modo intravedere i diversi strati e le diverse fasi storico-costruttive, all'esterno si è pensato che per garantire una conservazione delle murature rimaste integre, per conservare quelle che verranno risarcite e consolidate si preveda la stesura di una velatura di latte di calce in modo da non intaccare la cromia delle superfici e proteggere nello stesso tempo.

NOTE

[1] A proposito dell'identificazione della Fonte di Venere con quella di Santa Venera, cfr. Plaudii Marii Areti, De situ Siciliae liber, l' opera le cui più antiche edizioni risalgono ai primi del Cinquecento, è stata consultata nella silloge Bibliotheca Historica Regni Siciliae, curata da C. Battista Caruso, Palermo 1723, vol. 1 , pag. 26, riporto il passo: " Supra Milam oppidum recens, ut mea fert opinio, Castrum Regale nomine, a quo octo miliaria non amplius fons Veneris suphureus, si quidem Sancte Veneris, fontem in praesentia vocant, atque, eo quia scabioso sanat, miraculosum credunt"

[2] A. Sfameni, op. cit., pag. 115 Marmoraio di Taormina vissuto nel secolo XVIII. A Barcellona il suo nome è legato alla statua in marmo bianco di S. Venera, oggi acefala e corrosa dalle acque piovane e alle rudimentali statue in pietra di Taormina dei Santi Pietro e Paolo, poste nel 1717 ai lati del portale".

[3] Microsoft corporation, Enciclopedia Encarta 2000, 1993-1999: Si tratta di un istituto di origine medioevale, che attribuisce all'enfiteuta lo stesso godimento del bene che spetta al proprietario con l' unico limite dell'obbligo di migliorare il fondo.

[4] M. Burrascano, Memoriestorico ecclesiastiche di Castroreale, Palermo 1902, pag.42,: "Effigies sancte venerae virginis et martiris galensis castri-regalis quae colitur in eius ecclesia de venellis , vulgo de bosco ubi ne virginitatem deo sacratam matrimonio pollueret a fratibus agarinis gladiis percussa ad duplex virginitatis et martirii praemium evolavit 26 iulii 920"

Bibliografia

1. G.F. Allegra, Il consolidamento degli edifici in muratura, Reggio Calabria, 1996
2. G. Amoroso, Il restauro della pietra nell'architettura monumentale, Palermo 1995
3. G. Amoroso, Trattato di scienza della conservazione dei materiali, Firenze 1996
4. S. E. Barberini, Barcellona nella storia e nei monumenti, Barcellona ,1933
5. A. Bellini, Tecniche della Conservazione, Milano 1986
6. C. Biondo, Chiese di Barcellona Pozzo di Gotto, Messina, 1986
7. M. Burrascano, Memorie storico-ecclesiastiche di Castroreale, Palermo, 1902
8. G. Carbonara, Trattato di Restauro Architettonico, Torino 1999
9. G. Forti, Antiche ricette di pittura murale, Verona 1984
10. C. A. Garufi, I documenti inediti dell'epoca normanna in Sicilia, Palermo, 1899
11. C. Giannini, R. Roani, Dizionario del restauro e della diagnostica, Firenze 2000
12. M. Matteini, A. Moles, Scienza e restauro. Metodi di indagine, Firenze 1984
13. Microsoft Corporation, Enciclopedia Encarta 2000, 1993-1999
14. C. Montagni, Materiali per il restauro e la manutenzione, Torino, 2000
15. Plaudii Marii Areti, De situ Siciliae liber, Biblioteca Historica Regni Siciliae, curata da G. Battista Caruso, Palermo, 1723
16. F. Rossitto, La città di Barcellona Pozzo di Gotto, Barcellona Pozzo di Gotto, 1911
17. A. Sfameni, Quaderni del Museo Civico di Castroreale, Messina, 1995
18. B.P. Torsello - S. F. Musso, Tecniche di Restauro, Torino, 2003

MASCHERE DI CARNEVALE IN PLASTICA: RESTAURO E RECUPERO DI BENI DEMOETNOANTROPOLOGICI

Ilaria Marrone*, Grazia De Cesare**

* Restauratore, Str Colle Scorrano, 65100, Pescara, 3272883467, ilariamarr@gmail.com
** Restauratore, Accademia di Belle Arti L'Aquila, Via Leonardo Da Vinci, 67100, L'Aquila, graziadecesare@hotmail.com

Abstract

L'obiettivo del presente lavoro, svolto presso il Laboratorio di Conservazione e Restauro del Museo delle Civiltà di Roma**[1]**, è mostrare le numerose problematiche di intervento legate al restauro di oggetti definiti DEA (demoetnoantropologici) i cui materiali costitutivi sono frutto di una produzione industriale seriale. Tre maschere di carnevale degli anni '70 in PVC/PVAc raffiguranti un bue, una vecchia ed un clown hanno subito il passaggio da elementi della quotidianità, a beni di interesse culturale e di carattere documentativo degli aspetti socioculturali di riti popolari.
Le maschere, raccolte dall'antropologa Annabella Rossi e donate alla collezione del Museo delle Arti e Tradizioni Popolari "L. Loria", oggi facente parte del Museo delle Civiltà, rappresentano un caso studio esemplare per le difficoltà del restauro, connesse ai diversi materiali costitutivi, spesso di estrema deperibilità, oltre che a un approccio di metodo che deve tener conto del contesto immateriale degli oggetti per gestualità, sonorità e contesto ambientale.
Le forme di degrado reperibili sui tre oggetti erano causate in gran parte da un errato stoccaggio in deposito, con le stesse problematiche conservative ricorrenti. Un diffuso deposito superficiale coerente ed incoerente era segnato da gore localizzate, che ne alteravano l'aspetto estetico. I danni meccanici ne compromettevano la tenuta strutturale, con deformazioni del modellato accompagnate da numerose lacerazioni lungo i bordi, causate da stress perimetrali e in alcuni casi fessurazioni nella zona centrale, generate dalla stessa forma concava degli oggetti in sottile lamina di plastica, deformabile e a rischio di facile rottura.
Dopo la caratterizzazione dei materiali costitutivi tramite analisi diagnostiche e della tecnologia di produzione sono stati svolti dei test preliminari, per definire il progetto di restauro studiato su un modello di maschera simile all'originale. Per la movimentazione e il restauro è stato creato un precauzionale sistema di controforme (interne ed esterne) in virtù della tridimensionalità e del sottile spessore del foglio in plastica rigida. Ogni fase operativa è stata fonte di studio e l'intervento di restauro si è articolato in: pulitura, recupero della forma, risarcimento delle lacerazioni, e reintegrazione delle lacune del supporto con ritocco pittorico. La pulitura ha sfruttato l'utilizzo di idrogel rigidi nanostrutturati a base di polivinilalcool, caricati con un agente chelante, con controllo del pH superficiale prima e dopo. I risarcimenti delle lacerazioni sono stati effettuati applicando sul retro rinforzi localizzati in velatino poliestere monofilo adesi con BEVA film, mentre il risanamento delle mancanze del supporto ha richiesto l'applicazione sul retro di tela nautica come struttura di sostegno, frazionata in fasce, in modo da accompagnare perfettamente la faccia interna della maschera, ulteriormente rinforzata dall'applicazione del velatino in poliestere monofilo suddiviso a sua volta in due porzioni. Per raggiungere la perfetta continuità superficiale sul fronte è stata realizzata una stuccatura flessibile, in modo da non produrre cretti, su cui è stato effettuato un ritocco mimetico, utile anche per risanare graffi ed abrasioni. Il progetto espositivo ha completato il momento della valorizzazione coniugando il recupero della materialità con i valori immateriali di cui è portatrice.

Introduzione

Le tre maschere in plastica dalle fattezze di un *Bue*, una *Vecchia* e un *Clown* (figura 1, 2 e 3) rappresentano uno degli esempi di patrimonio demoetnoantropologico più recente, in quanto costituiti da oggetti della mera quotidianità, legati a processi industriali ma inseriti in un contesto rituale carico di simbologie di cui sono portatori diventando beni culturali. Le maschere sono state sapientemente raccolte negli anni '70 dall'antropologa Annabella Rossi dell'allora Museo Nazionale delle Arti e Tradizioni Popolari durante un suo studio durato quattro anni (dal 1972 al 1976) sui rituali, ormai quasi in disuso, del Carnevale popolare in Campania, confluite dal 1975 nella collezione del Museo.

Tecnica di produzione industriale e tecnologia dei materiali

Per caratterizzare i materiali costitutivi sono state condotte delle analisi in FTIR**[2]** su microprelievo di campione. Queste hanno evidenziato la presenza di PVC-PVAc riferibili al materiale di supporto (polinilcloruro) e alla policromia (polivinilacetato) realizzata a stampo con serigrafia superficiale. Il foglio di PVC dallo spessore

di un terzo di millimetro ha acquisito la forma desiderata grazie alla tecnica della formatura a caldo. Da una ricerca su vecchi cataloghi commerciali si è potuto risalire a una ditta leader del settore che si è prestata a rispondere ad una intervista. Gli oggetti sono infatti costituiti da un foglio in plastica che in produzione è stato scaldato (in quanto termoplastico) e lasciato raffreddare su uno stampo. È stata ipotizzata anche una metodologia di decorazione differente tra la maschera del *Bue* e quella della *Vecchia* e del *Clown*: l'osservazione del *Bue* lascia ipotizzare l'utilizzo di un inchiostro nebulizzato (osservazione di piccoli spot) probabilmente post-formatura, a differenza delle altre nel quale lo strato esterno policromo appare maggiormente corposo e, la sua osservazione mostra dei segni puntuali a croce lasciando quindi ipotizzare una stampa serigrafica pre-formatura. In particolare, la maschera della *Vecchia* è arricchita da ulteriori elementi decorativi quali i capelli sintetici, che spuntano da un fazzoletto di cotone colorato. Le tre maschere poi, per essere indossate, sono provviste di due fori laterali ad altezza centrale, attraverso i quali passa un elastico che le blocca sul viso, cingendo la testa.

Stato di conservazione

Negli oggetti di studio i danni principali riscontrati erano strutturali a carico del supporto con lacerazioni e deformazioni localizzate, mentre sulla superficie vi erano abrasioni e macchie, con un deposito superficiale coerente ed incoerente. Per quanto riguarda lo stato conservativo dei tre oggetti essi presentavano dei caratteri comuni (deposito particellato superficiale coerente ed incoerente, lacerazioni perimetrali del supporto e deformazioni localizzate tra cui pieghe in prossimità delle lacerazioni). La maschera del *Bue* oltre ai caratteri comuni, riportava anche abrasioni dell'inchiostro da stampa, mancanze del modellato e tracce di nastro adesivo; quella della *Vecchia* mostrava invece, in aggiunta, i capelli disordinati e scomposti e uno sbiadimento dei colori per fenomeno fotossidativo dei coloranti dell'elemento tessile; mentre il *Clown* ricalcava le problematiche comuni con lacerazioni perimetrali di lunghezza maggiore.
Infine, in virtù della tridimensionalità degli oggetti, è stato opportuno studiare e realizzare un sistema di documentazione 3D utilizzando i programmi Blender e Photoshop.



Figura 1, 2 e 3. Il bue (n° inv. 88637); la Vecchia (n° inv. 88638); il Clown (n° inv. 88639): foto generali PRIMA dell'intervento di restauro (© Museo delle Civiltà).

Intervento di restauro in attesa dei risultati diagnostici per caratterizzare meglio il tipo di plastica

Le prime operazioni effettuate sulle tre maschere in plastica hanno avuto l'obiettivo di indagare e studiare la risposta del materiale: è stata verificata la resistenza della plastica previ test di contatto con solventi organici**[3]**,

acqua e calore, ed è stato misurato il valore di pH e conduttività elettrica prima e dopo alcuni tasselli di pulitura. Sulla base dei dati raccolti è stato programmato l'intervento.
In via preliminare è stato costruito un sistema di controforme dell'interno e dell'esterno degli oggetti in Ethafoam®, foderate con TNT in poliestere, su cui appoggiare in sicurezza le tre maschere per svolgere le operazioni di restauro (figura 4). Il sottile spessore della plastica rigida era infatti suscettibile a lacerazioni e rotture su minima sollecitazione meccanica, mentre la loro tridimensionalità ne rendeva difficile l'appoggio sul piano e imprudente l'applicazione localizzata di forze su alcune zone per condurre l'intervento. Tra i prodotti e le metodologie applicative testate l'effettiva fase di pulitura ha previsto una preventiva spolveratura con pennellessa a setole morbide al fine di rimuovere gli accumuli di deposito particellato incoerente ed ottimizzare l'asportazione dello sporco nella fase successiva, che ha visto l'utilizzo di una soluzione acquosa di Triammonio Citrato (TAC) all'1%. L'applicazione dell'agente chelante è stata effettuata mediante l'utilizzo di Hydrogel nanostrutturati a base di polivinilalcool del tipo Nanorestor Gel® Peggy 6**[4]** utilizzati anche per il successivo risciacquo. Questi gel rigidi hanno permesso una rimozione omogenea del deposito grasso coerente, senza alcuna sollecitazione meccanica neanche sul sottile strato di inchiostro da stampa superficiale. A conclusione della fase di pulitura l'uso dello stesso gel in forma di penna**[5]** nelle asperità ha permesso una rimozione maggiormente minuziosa del deposito superficiale residuo (figura 5).

Maschera raffigurante il *bue* (n° inv. **88637**)

	Acqua demineralizz.	*Ligroina*	*Etanolo*	*Acetone*	*Acqua e ammoniaca (10%)*
Plastica faccia interna pH 5.68 C.E. 164 µS/cm *T rammollimento 100°C*	-	-	-	+++	-
Marrone scuro pH 5.95	-	-	-	Non testato	-
Marrone chiaro pH 5.81	-	-	-	Non testato	-

Tabella 1: Test di resistenza ai solventi

La pulitura ha restituito una superficie dove il valore di pH superficiale è mutato da valori di circa 5.9 a 6.5 recuperando valori prossimi alla neutralità; la conduttività elettrica è mutata da valori di circa 150 µS/cm a valori al di sotto di 100 µS/cm.
Il deposito superficiale incoerente presente tra i capelli e sul fazzoletto che incorniciavano il viso della *Vecchia del Carnevale*, è stato rimosso tramite aspirazione controllata interponendo un velo di tulle tra le superfici da trattare e l'aspiratore.
Con l'intento di individuare il sistema migliore di sutura delle lacerazioni è stata acquistata on-line una maschera rigida in PVC che avesse spessore e caratteristiche morfologiche superficiali simili ai casi studio: sono stati preparati alcuni campioni su cui sono state fatte diverse prove per verificare l'aderenza e la tenuta del giunto e dei rinforzi localizzati testati.
L'adesivo da selezionare avrebbe dovuto garantire:

- solubilità in solventi non dannosi al supporto e alla pittura;
- formazione di un giunto stabile e reversibile;
- tenuta del giunto inferiore al carico di rottura della plastica;
- tenuta del giunto anche in condizioni di alta UR.

A tal fine sono stati testati, per un iniziale tentativo di sutura testa–testa delle lacerazioni, diversi adesivi:

	Applicazione	**Risultato**
Etere di cellulosa Tylose® MH300 addizionato con emulsione acrilica Plextol B500 **[6]**	A pennello	L'etere di cellulosa con emulsione acrilica ha prodotto un film che non si è sollevato ma che, una volta smontato il Leukopor® sul retro non ha mantenuto i due lembi di frattura uniti, provocando

		quindi un facile distacco dei due elementi.
Poliammide Lascaux 5350® Textile **[7]** in polvere	**A caldo:** È stato fatto un tentativo di utilizzo a caldo della poliammide fondendo la polvere con il termocauterio tra due fogli di Melinex® ed ottenendo uno strato di circa 1-2 mm di spessore. La pellicola di Lascaux 5350® è stata poi di nuovo fusa sul retro di uno dei campioni.	Formazione dell'impronta nella zona di applicazione.
	A freddo[8]: È stata disciolta la polvere in alcool isopropilico in quattro percentuali differenti: al 15%, al 30%, al 50% e al 70%. Per studiare il film risultante sono state poi, stese a pennello 3 fasce su un foglio di Melinex® per ogni percentuale.	- Al 15%: non avveniva la formazione di un film continuo; - Al 30%: avveniva la formazione di un film continuo estremamente sottile che si sollevava quasi totalmente; - Al 50%: avveniva la formazione di un sottile film continuo che si sollevava lungo i bordi; - Al 70%: avveniva la formazione di un film continuo, dallo spessore sottile, che si sollevava lievemente lungo i bordi. Dopo 24 ore dall'applicazione della Poliammide al 70% si è evinto che essa ha probabilmente un maggiore ritiro rispetto all'etere di cellulosa in quanto ha mostrato un sollevamento del bordo destro non garantendo quindi nessuna tenuta della sutura.

Per migliorare le prestazioni del giunto sono stati testati dei rinforzi localizzati sul retro che, molto probabilmente, non avrebbero necessitato del preliminare utilizzo di un ulteriore adesivo per risarcire le lacerazioni.
Sono stati quindi preparati altri provini ed aggiunti ai due precedenti, avendo in totale:

1. Etere di cellulosa addizionato con emulsione acrilica (1g di Tylose® MH300 al 4% in acqua + 0,05g di Plextol B500);
2. Poliammide Textile in polvere Lascaux 5350® disciolta in alcool isopropilico e applicata a freddo;
3. Etere di cellulosa addizionato con emulsione acrilica (1g di Tylose® MH300 al 4% in acqua + 0,05g di Plextol B500) e rinforzato con velatino di poliestere monofilo**[9]** + BEVA film**[10]**0.65 mm;
4. Etere di cellulosa addizionato con emulsione acrilica (1g di Tylose® MH300 al 4% in acqua + 0,05g di Plextol B500) e rinforzato con Filmoplast® P**[11]**;
5. Rinforzo localizzato di velatino di poliestere monofilo + BEVA film 0,65 mm;
6. Rinforzo localizzato di Filmoplast® P.

Al termine delle prove e dagli studi di letteratura, il BEVA film® risultava dare la migliore prestazione, in termini di minimo scorrimento e garanzia di tenuta. Inoltre, risultava di facile reversibilità dalle maschere, oggetto di studio, in etere di petrolio e, in virtù della sua temperatura di fusione (65°C) rendeva possibile la riattivazione dell'adesivo a 65°C**[12]**, necessaria per una perfetta adesione non raggiungibile con riattivazione a solvente a freddo.
Per le lacerazioni deformate è stato necessario svolgere un recupero volumetrico preliminare. La maschera collocata all'interno della controforma, protetta da un foglio di Melinex®, è stata riscaldata sulla superficie sporgente della piega tramite termocauterio partendo da una temperatura di 80° ed innalzandola ad intervalli di 5° fino ad un massimo di 100 °C. Appena riscontrato un leggero rammollimento della plastica è stata effettuata la rotazione della piega con l'ausilio di una pinza fino al recupero della forma con il raffreddamento (figura 6, 7, 8). Il trattamento a caldo è risultato molto efficace e sulla base dei risultati sono state fatte alcune considerazioni sulla selettività delle zone di intervento, distinguendo:

- deformazioni con pieghe nette sporgenti (con un'area assimilabile ad una linea) da trattare;
- deformazioni di aree di qualche cmq, da non trattare.

Nel primo caso, infatti, l'intervento risultava facilmente realizzabile, poiché controllabile. Nel secondo caso invece il trattamento di un'area larga qualche cmq è stato identificato come ad *alto rischio*, poiché appariva estremamente difficoltoso l'apporto di calore omogeneo sull'area da trattare e quindi da rimodellare, soprattutto

per il controllo del movimento della plastica, una volta ammorbidita, che avrebbe necessitato di una precisissima controforma rigida per essere sostenuta durante il raffreddamento nella corretta posizione.
Il risarcimento delle lacerazioni ha visto quindi la rimessa in forma delle deformazioni e delle pieghe in prossimità delle lacerazioni, seguite da fissaggio provvisorio superficiale mediante Leukopor®**[13]**, applicazione del rinforzo sul retro con Beva riattivato a 65°C (figura 9), rimozione del vincolo superficiale per peeling.
Altra forma di degrado di natura strutturale era la presenza di due mancanze ravvicinate del supporto plastico, circondate da lacerazioni, che si manifestavano solamente sulla maschera del *Bue*.
Al fine di valutare i materiali e i metodi applicativi più utili a risarcire tali lacune sono stati valutati i seguenti parametri:

- Compatibilità chimica e meccanica;
- Buona lavorabilità;
- Resistenza biologica;
- Reversibilità;
- Ritoccabilità.

Sono stati selezionati alcuni materiali, anche in funzione della loro applicazione diretta, da lavorare in opera o indiretta, cioè tramite creazione di film o supporti impregnati da ritagliare e fare aderire.

Materiali	**Caratteristiche**		**Applicazione**	**Risultato**
Etobond 6066®**[14]**	Resina epossidica bicomponente. Resina tixotropica utilizzata nel restauro dei materiali metallici. Presenta un aspetto bianco e possibilità di aggiunta di pigmenti.		Indiretta (realizzazione di film da sagomare)	Prima della completa reticolazione (dopo circa 30 minuti) l'Etobond® risultava sufficientemente flessibile e non più appiccicoso per essere lavorato. Il film finale è risultato eccessivamente rigido e di facile rottura a flessione.
FIMO air light® della Staedler	Pasta polimerica modellabile in PVC		Indiretta (realizzazione di film da sagomare)	La pasta risultava di facile lavorabilità e permetteva di ottenere dei film sottili opachi e che mantenevano, dopo la completa asciugatura, ancora la possibilità di una buona flessione e di una facile sagomatura dell'inserto tramite forbicine. Tuttavia, il prodotto era di composizione non completamente nota e di possibile interazione chimica.
Paraloid B72®**[15]** (al 30% in etanolo-acetone 60:40)	Resina acriliche in soluzione. Utilizzata nel restauro dei materiali vitrei**[16]**		Indiretta (realizzazione di film da sagomare)	La lastra in Paraloid B72® al 30% in etanolo-acetone (60:40) senza l'aggiunta di pigmenti è risultata perfettamente omogenea e senza presenza di bolle; la lastra in Plextol B500® senza l'aggiunta di pigmento ha mostrato un aspetto lattiginoso ed un ritiro dimensionale tale da procurare degli avvallamenti e delle discontinuità pronunciate. I due rispettivi prodotti caricati con pigmenti hanno mostrato altresì una resa non ottimale all'obiettivo: la lastra di Paraloid B72® ha reso visibile il deposito dei pigmenti che non riescono a distribuirsi omogeneamente sul fondo del contenitore; la lastra di Plextol B500 invece, non ha evidenziato il deposito di fondo dei pigmenti ma ha mostrato una disomogeneità di colorazione dovuta alla distribuzione non omogenea dei pigmenti.
Plextol B500®**[17]** (puro con residuo secco al 40%)	Resina acrilica in emulsione			
Tessuti e carte impregnati di adesivo acrilico, tal quali e caricati con pigmenti (bianco di zinco e terra di Siena naturale)	**Adesivi**	**Tessuti e carte**	Indiretta	Il TNT e il velatino in poliestere monofilo, per tutti gli adesivi utilizzati, hanno reso visibile l'armatura e l'orientamento della fibra, non garantendo quindi la possibilità di avere un film lucido ed omogeneo. Il Plextol B500® è risultato essere quello che ha impregnato maggiormente i tessuti e le carte mostrando, non caricato di pigmenti, un tassello trasparente; il Mowital B60HH® è risultato essere, a differenza degli altri due adesivi utilizzati, quello che riesce ad impregnare meno i supporti utilizzati. In particolare, la carta giapponese 10g/mq è risultata troppo sottile rendendo difficoltosa la stesura dell'adesivo senza provocare delle piccole pieghe. Pertanto, l'utilizzo della carta giapponese 35g/mq
	Paraloid B72® al 30% in etanolo-acetone 60:40	Velatino in poliestere monofilo 68 g/mq		
	Plextol B500® puro	Carta giapponese a tre grammature differenti 10g/mq, 18g/mq, 35g/mq		
	Mowital B60HH®**[18]** al 15% in alcool	TNT 45g/mq		

	etilico			impregnata con Plextol B500® è risultata la più indicata tra le carte e i tessuti impregnati testati. Nonostante ciò, la possibilità di caricare con i pigmenti gli adesivi ha mostrato in tutti i casi il deposito in superficie dei granuli di pigmento che non avrebbero garantito una similare finitura superficiale dell'inserto.
Modostuc®**[19]**	Su TNT in poliestere (peso 45 g/mq) Su velatino in poliestere monofilo 68 g/mq) Su tessuto nautico**[20]**		Diretta	L'utilizzo dello stucco acrilico permetteva un'ottima ricostruzione della continuità di superficie che, invece, nel caso delle metodologie indirette sarebbe stata interrotta dall'intercapedine formatasi tra l'inserto e l'originale. Il sostegno in tela nautica è stato l'unico ad aver presentato le caratteristiche che avevamo prestabilito come necessarie, il TNT ed il velatino in poliestere monofilo mostravano un aspetto eccessivamente flessibile che quindi non avrebbe sostenuto sufficientemente la stuccatura.

La scelta è caduta sul Modostuc per la facile lavorabilità, rispetto alle altre metodologie, additivato di alcune gocce di resina acrilica in emulsione Plextol B500® per aumentarne la flessibilità. Il sostegno in tela nautica è stato l'unico ad aver presentato le caratteristiche che erano state prestabilite come necessarie, fatto aderire sui bordi dalla parte interna con BEVA film®. Per le parti curve la tela nautica è stata suddivisa in fasce**[21]** (figura 10) tenute insieme da velatino in poliestere sul retro. Quest'ultimo test ha permesso di riscontrare l'ottima tenuta del sistema di sostegno studiato.
Alla luce dell'esito positivo della prova su modello, si è proceduto con la reintegrazione delle mancanze della maschera raffigurante il *Bue*: è stata articolata la costruzione del sistema di sostegno suddividendolo in tre fasce (per la mancanza del bordo perimetrale) e in una distanziata (per la mancanza interna). Gli inserti sono stati applicati diagonalmente in modo da seguire l'andamento della parte superiore della maschera e i tre livelli che essa descriveva. A contenimento e rinforzo delle fasce è stato poi applicato il velatino in poliestere monofilo, suddiviso in due per accompagnare perfettamente l'intera superficie. La stuccatura è stata reintegrata cromaticamente con colori ad acquerello addizionati a piccoli quantitativi di gomma arabica per aumentarne la brillantezza (figura 11, 12).
La scelta metodologica relativa alla presentazione estetica si è orientata verso la tecnica del puntinato in quanto avrebbe reso l'intervento riconoscibile ma allo stesso tempo coerente con la tecnica di stampa serigrafica sul PVC. L'inserto è stato infine rifinito con vernice acrilica del tipo Retoucher Surfin della Lefranc & Bourgeois per renderne l'indice di rifrazione simile all'originale.
Muovendo varie ipotesi di scelta metodologica ed etica, sono state assimilate le abrasioni come forma di degrado in quanto, oltretutto, rappresentavano una evidente alterazione superficiale. La scelta finale è stata quindi quella di ritoccare cromaticamente le abrasioni dell'inchiostro da stampa ricercando una modalità che garantisse la totale e facile reversibilità dell'intervento. Il Klucel G all'1% in acqua demineralizzata, caricato con pigmenti, ha mostrato una buona capacità adesiva sul supporto plastico, permettendo una facile stesura omogenea e garantendo reversibilità in acqua. L'aspetto mostrato dalla prova di reintegrazione cromatica ha lasciato però constatare l'opacità del ritocco che risultava quindi in antitesi con la lucidità del materiale. È stata quindi fatta un ulteriore prova sovrapponendo, alla stesura campione, dei punti di gomma arabica in modo da regolarne l'indice di rifrazione in relazione alla superficie circostante.
La parte finale dell'intervento di restauro ha visto il trattamento delle pieghe e delle deformazioni dell'elemento tessile stampato che incorniciava il viso della *Vecchia del Carnevale*. La maschera è stata perciò montata nuovamente su un manichino imbottito con Ethafoam® e successivamente sono state rimesse in forma le pieghe presenti eseguendo una preventiva vaporizzazione a freddo. Per quanto riguarda la presenza di tracce di nastro adesivo sulla maschera raffigurante il *Bue*, è stato applicato un approccio critico che ha valutato il significato implicito di tale segno ed il suo ruolo sull'oggetto, che ha portato a conservarle, alla luce delle foto d'archivio, che mostravano la pratica corrente di applicare dei pezzi di nastro adesivo al bisogno durante il loro utilizzo.
Il conclusivo progetto espositivo degli oggetti è stato indispensabile per permettere l'ottimale fruizione degli stessi: per gli oggetti di stampo demoentoantropologico lo studio dell'allestimento museale diventa una fase significativa in quanto i beni DEA non possono essere apprezzati per il proprio valore estetico, quanto per le esperienze di cui sono testimonianza.
La proposta di allestimento museale ha previsto un unico ambiente che ricostruisse la doppia valenza materiale e immateriale: le tre maschere dovranno essere osservate accompagnate dalle registrazioni e visioni delle fotografie delle fasi rituali fondamentali. Nel progetto viene proposta la possibilità di ascoltare le registrazioni

sonore svolte durante gli anni di ricerca dell'antropologa Annabella Rossi accompagnate dalla successione di fotografie d'archivio, e di osservare, tramite un monitor, i residui della ritualità odierna.





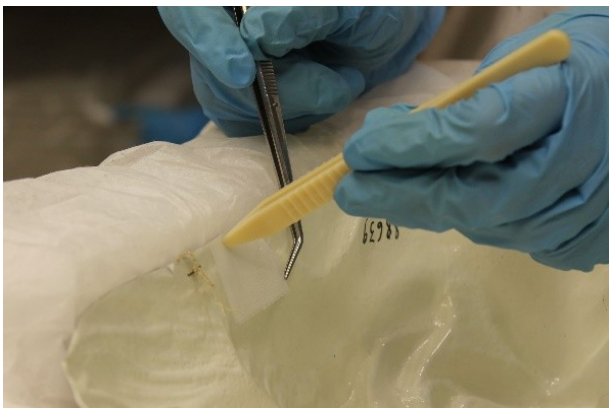
Figura 4. Oggetto 88639 all'interno della controforma. **Figura 5.** Oggetto 88637: Durante la fase di pulitura







Figura 6. Rimessa in forma della piega della lacerazione
Figura 7. Oggetto 88639: Piega della lacerazione PRIMA della rimessa in forma
Figura 8. Oggetto 88639: Piega della lacerazione DOPO la rimessa in forma



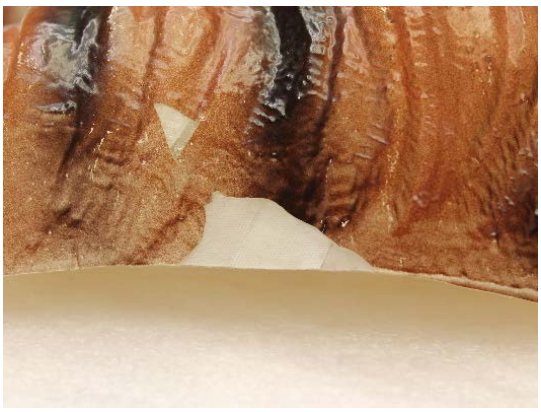


Figura 9. Oggetto 88639: Applicazione del rinforzo localizzato di tessuto in poliestere monofilo e BEVA film
Figura 10. Oggetto 88637: Toppa di sostegno in tela nautica e BEVA film (fronte)




Figura 11. Oggetto 88637: Stuccatura della mancanza
Figura 12. Oggetto 88637: Ritocco pittorico





Figura 13, 14 e 15. Dettagli e generali DOPO l'intervento di restauro

NOTE

[1] Il Museo delle Civiltà è stato istituito nel settembre 2016 a seguito della riorganizzazione del MiBACT voluta dal Ministro Dario Franceschini. Esso comprende le collezioni di cinque musei: il Museo Preistorico Etnografico "Luigi Pigorini", il Museo dell'alto Medioevo "Alessandra Vaccaro", il Museo d'Arte Orientale "Giuseppe Tucci", il Museo delle Arti e Tradizioni Popolari "Lamberto Loria" e, dal 2017, il Museo italo-africano "Ilaria Alpi". Attualmente il Museo delle Civiltà è diretto da Filippo Maria Gambari. Funzionari restauratori conservatori del Museo sono: Maria Francesca Quarato (responsabile del Laboratorio di Conservazione e Restauro), Alessandra Montedoro e Serena Francone.
[2] Realizzate dalla Prof.ssa Maria Laura Santarelli, Direttore del Centro di Ricerca in Scienza e Tecnica per la Conservazione del Patrimonio Storico-Architettonico (CISTeC).
[3] I test di resistenza ai solventi sono stati svolti in attesa dei risultati diagnostici per caratterizzare il tipo di plastica.
[4] I network polimerici dei Nanorestore Gel® Peggy sono caratterizzati da legami intermolecolari forti, che ne garantiscono la coerenza fisica (hanno forma propria) e l'assenza di residui di gel dopo la pulitura. Grazie al loro network ritentivo, il liquido in essi contenuto viene rilasciato lentamente sulla superficie con la quale vengono posti in contatto. Il gel Peggy 6, è ancor più flessibile ed elastico del Peggy 5; per questo aderisce particolarmente bene su superfici molto rugose e irregolari. Ha un potere ritentivo minore del Peggy 5.
[5] Del tipo Nanorestor Gel® Peggy 5 Pen. Si tratta di un idrogel opaco basato su un network polimerico a base di polivinilalcol. Il gel ha la forma di una penna lunga ca. 8 cm e avente diametro di 1.5 cm. Permette di associare l'umidificazione controllata e localizzata ad una leggera azione meccanica.

[6] 1g di Tylose® MH300 al 4% in acqua + 0,05g di Plextol B500
[7] Poliammide Textile in polvere Lascaux 5350: Resina termofusibile in polvere con punto di fusione a 80°C.
[8] Dalla letteratura consultata è risultato possibile disciogliere un'altra tipologia di poliammide, la Lascaux 5065®, in alcool isopropilico, pertanto, vista la disponibilità di questo prodotto in laboratorio, è apparso interessante sperimentare la stessa preparazione per la Lascaux 5350®.
[9] Velatino di poliestere monofilo: Poliestere monofilo PET monofilament 68 g/m^2, mesh opening 100.
[10] BEVA film: Film secco, omogeneo, costituito da puro Gustav Berger's O.F. 371, esente da solventi. il Beva O.F. 371 Film viene posto tra una carta bianca siliconata ed un foglio di film poliestere siliconato che rende l'accoppiata film-supporto completamente trasparente; ciò permette di tagliare precisamente e con qualsiasi sagomatura il film e quindi di applicarlo con precisione ovunque si desideri. Spessore 24,5 micron.
[11] Filmoplast®P: Carta a fibra corta (20g/mq) non contenente lignina. L'adesivo acrilico senza solventi contiene CaCO3, è resistente alle alterazioni, non ingiallisce e rimane elastico nel tempo. Il supporto si rimuove in acqua.
[12] La temperatura di rammollimento testata sulla plastica è di circa 100°C.
[13] Nastro adesivo medicale a base di TNT in poliestere e adesivo acrilico a freddo.
[14] Etobond 6066: Adesivo strutturale bicomponente a base di resina epossidica liquida senza solventi, polimerizzabile a partire da 0 °C. Adatto per l'incollaggio strutturale di calcestruzzo, pietra, marmo, vetro e metalli. Applicabile a spatola o a pennello con setole rigide. Consistenza pastosa e tixotropica, ma non appiccicosa, che consente una facile stesura in piccoli od elevati spessori, anche in verticale, senza colature. Elevate proprietà adesive anche su supporti leggermente umidi. Eccellenti caratteristiche meccaniche, alta temperatura di transizione vetrosa ed ottima resistenza all'acqua.
[15] Paraloid B72: Prodotto dalla Rohm and Haas, copolimero di durezza media a base di MA-EMA (70/30), in perle trasparenti, con punto di fusione: 150°C, solubile negli esteri (acetato di etile e di amile), chetoni, idrocarburi aromatici idrocarburi clorurati. Insolubile negli idrocarburi alifatici e negli alcoli.
[16] Tecnica di integrazione sviluppata dal Corning Museum of Glass (NY) ampiamente trattata nell'articolo: Koob S.P., Benrubi S., van Giffen N.A.R., Hanna N., *An old material, a new technique: casting Paraloid B72 for filling losses in glass*, in AA.VV., *Symposium 2011: Adhesives and consolidants for conservation. Research and applications. Proceedings of the Canadian Conservation Institute*, Ottawa, 2011.
[17] Plextol B500: Resina acrilica pura termoplastica a media viscosità in dispersione acquosa. Il Plextol B 500 è caratterizzato da un'ottima resistenza agli agenti atmosferici e stabilità chimica e viene generalmente utilizzato come adesivo e nella foderatura dei dipinti.
[18] Mowital B60HH: Polimero di vinilbutirrale. Mowital B 60HH risponde egregiamente alle caratteristiche di reversibilità, resistenza all'invecchiamento, trasparenza, rapidità di presa e minimo ritiro. Viene diluito in alcool in percentuali variabili a seconda dell'impiego ed è reversibile in alcool e acetone.
[19] Modostuc: Stucco in pasta a base di resine sintetiche in emulsione e inerte. Presenta resistenza biologica. Atossico. Teme il gelo come tutte le emulsioni acriliche.
[20] Dacron 6.1 tela in poliestere apprettata a poliestere.
[21] Si fa presente che, per fasce così piccole, la tela nautica presenta la possibilità di flessione lungo un'unica direzione.

BIBLIOGRAFIA

1. *"Studies in Cleaning Plastics"*, in Convegno "*POPART*", Parigi, 2012.
2. Mecklenburg M., Charola E., Koestler R., *"New Insights into the Cleaning of Paintings"*, *Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference*, Washington, edito da Smithsonian Institute scholarly press, 2010.
3. Carlyle L., Townsend J., Hackney S., "*Triammoniumcitrate: an investigation into its application for surface cleaning"*, in *Conferenza Tate Gallery*, Gennaio 1990.
4. Orata L., "*Tagli e strappi nei dipinti su tela. Metodologie di intervento"*, Nardini, Firenze, 2010.
5. De Cesare G., Iazurlo P., Torre M., "*Bianco-Arancio di Carla Accardi: l'intervento di restauro e lo studio sul comportamento meccanico dell'acetato di cellulosa"*, in "*Bollettino ICR n. 31 – 2015"*, pagg. 11-36.
6. De Cesare G., Coladonato M., "*Pitture acriliche – viniliche in emulsione: problemi di conservazione e proposte di restauro in un caso studio"*, in "*Lo Stato dell'Arte-Spoleto", VI Congresso Nazionale IGIIC, 2-4 Ottobre 2008*, pagg. 209-2016.
7. Scheichenbauer M., "*Lavorazione dei termoplastici. La termoformatura"*, Franco Angeli Editore, Milano, 1979.

INTARSI DAL GIAPPONE. IL RESTAURO DI UN SET DI MOBILI DEL MUSEO D'ARTE ORIENTALE DI VENEZIA

Marta Boscolo Marchi*, Stefania Sartori**

* Direttore, Museo d'Arte Orientale, San Marco 63, 30124 Venezia, 339 4342371, marta.boscolo@beniculturali.it
** Restauratrice di opere d'arte lignee, Stefania Sartori, via A.Vivaldi 43/1, 31021, Mogliano Veneto (TV), 3389985566, restefi@alice.it

Abstract

Nel deposito del Museo d'Arte Orientale di Venezia si conserva un set di mobili giapponesi del periodo Meiji che furono acquistati nel 1889 da Enrico di Borbone nel corso di un viaggio intorno al mondo. Tra questi, quattro cabinet e un tavolino sono stati restaurati nel corso del 2018, in vista del trasferimento del Museo presso una nuova sede, che permetterà di esporre un maggior numero di opere.
Si tratta di mobili peculiari, che mostrano la compenetrazione delle forme tradizionali dell'arredo giapponese con le nuove istanze di modernità giunte nel Paese dopo l'apertura delle frontiere all'Occidente. La produzione di questa tipologia di oggetti era localizzata nell'area compresa tra Odawara, Shizuoka e Hakone, ancora oggi rinomata per la produzione di oggetti in legno intarsiato. Queste opere sono infatti caratterizzate da raffinati intarsi che impreziosiscono la leggera struttura lignea. I pattern decorativi sono realizzati con la tecnica dello *yosegi zaiku* e sono realizzati con i pregiati legni locali.
Le indagini xilotomiche hanno permesso di identificare le essenze lignee che costituiscono la struttura dei mobili in castagno, con intarsi in satinwood, crespino, magnolia e altri legni.
Grazie alla spettroscopia infrarossa a trasformate di Fourier (FT-IR) è stato possibile comprendere la tecnica di finitura, realizzata con lacca *urushi*.
L'intervento è risultato complesso e laborioso per il precario stato di conservazione delle opere, non prive di sollevamenti, distacchi, lacune di tessere lignee, imbarcamento di tavole di conifera che costituiscono la struttura.
La peculiare tecnica di intarsio rende queste opere particolarmente interessanti, anche per la scarsa diffusione che ebbero nelle collezioni occidentali, trattandosi di una produzione molto circoscritta. Si conosce in Italia un unico altro esempio di simile *kazaridana*, nel Museo delle Culture del Mondo di Genova, gentilmente segnalato dalla dott.ssa Donatella Failla.

La produzione di mobili intarsiati nell'area del monte Hakone

Nel 1889 Enrico di Borbone, che visitò con un ristretto seguito il Giappone, acquistò presso il villaggio di Miyanoshita 宮ノ下, sulle pendici del monte Hakone, alcuni mobili intarsiati **[1].** Si trattava di quattro cabinet ornamentali, (*kazaridana* 飾り棚, inv. nn. 11024/15304, 15411/15298, 15409/15303, 15410/15302), un tavolino basso (inv. n. 7509/15306) (fig. 1-5) e un secondo tavolo (inv. n. 16253/15305), che oggi si conservano presso il Museo d'Arte Orientale di Venezia **[2].** Questo nucleo omogeneo di opere si distingue per il significativo numero di pezzi e per rarità nelle collezioni europee: solo recentemente è stato restaurato e valorizzato un analogo *kazaridana* della collezione del Museo delle Culture del Mondo a Genova, quasi contemporaneamente all'intervento effettuato sui mobili del Museo di Venezia. Ciò ha permesso un proficuo scambio di informazioni tra chi scrive e Donatella Failla, che ha studiato il manufatto del capoluogo ligure **[3].**





Figura 1. *Kazaridana, 1889 ca., 140x70x30, Venezia, Museo d'Arte Orientale, inv. n. 15411/15289*
Figura 2. *Kazaridana, 1889 ca, 150x70x30, Venezia, Museo d'Arte Orientale, inv. n. 15410/15302*
Figura 3. *Kazaridana, 1889 ca., 160x70x30, Venezia, Museo d'Arte Orientale, inv. n. 15409/15303*







Figura 4. *Kazaridana, 1889 ca. ,63 x 49,2 x 26,7, Venezia, Museo d'Arte Orientale, inv. n. 11025/sn*
Figura 5. *Tavolino, 1889 ca., 81 x 32 x 46, Venezia, Museo d'Arte Orientale, inv. n. 7509/sn*
Figura 6. Interno di Ca' Vendramin Calergi nel 1906. Addossato al muro di fondo, a destra, si intravvede uno dei *kazaridana*. Venezia, Museo d'Arte Orientale.

Presso Ca' Vendramin Calergi, residenza veneziana di Enrico di Borbone, questi straordinari pezzi d'arredamento erano collocati in una stanza che raccoglieva opere di diversa provenienza, accanto a mobili birmani e oggetti di interesse etnografico, come modelli di abitazione. (fig. 6)
Al momento della stesura dell'inventario della ditta Trau, che acquisì la collezione Borbone nel 1907, il costo di un *Kabinett in Holz mit Intarsien* **[4],** come viene definito uno di questi mobili, è stabilito tra le 300 e le 150 lire, mentre il prezzo dei tavoli è fissato in 90 lire: una cifra piuttosto bassa se paragonata a quella dei mobili cinesi con intarsi di madreperla – restaurati anch'essi di recente – valutati 1500 lire, o al prezzo di un paravento a otto ante del costo di 2400 lire. Non solo: quando la collezione passò allo Stato italiano dopo la Prima Guerra mondiale, nel 1928 queste opere non furono inserite nel percorso del nuovo Museo d'Arte Orientale "Marco Polo".
Pesava sul giudizio critico circa le opere degne di esposizione non tanto la consueta distinzione tra arte pura e arte applicata, che nel caso dell'arte giapponese si rivelava piuttosto labile **[5],** quanto probabilmente un fattore di gusto, considerato che altri mobili affiancavano le vetrine, come il tavolo cinese cloisonné (inv. n. 15398/sn) collocato in sala 14 **[6].**
La tecnica dell'intarsio ligneo, *yosegi zaiku* 寄木細工, in Giappone ha origini molto antiche: alcune straordinarie scatole sono infatti conservate nel repositorio imperiale Shōsōin 正倉院 nel tempio Todaiji 東大寺 di Nara (VII-VIII secolo) **[7].** Ma la lavorazione dell'intarsio ligneo su oggetti e mobili nelle vallate comprese tra Odawara 小田原, sulla baia di Sagami 相模, e Hakone – dove si trova anche il borgo di Miyanoshita - conobbe un forte impulso alla fine del periodo Edo, grazie anche alla riapertura del Tōkaidō 東海道, la Via del Mare orientale, della quale Odawara e Hakone erano due tappe obbligate. Alla fine del XVIII secolo, ad Hatajuku 畑宿, un villaggio poco distante da Hakone, celebre per le sue case da te, un artigiano di nome Ishikawa Jinbei 石川仁兵衛 (1790-1850) perfezionò la tecnica dello *yosegi zaiku* [**8]** che prese piede nell'area grazie alla presenza di diversi artigiani del legno **[9],** all'abbondanza e varietà di specie legnose e alla presenza di numerosi viaggiatori – ideali acquirenti di souvenirs - che percorrevano il Tōkaidō o che desideravano visitare la zona termale o godere del panorama sul Fuji.
La rinomata produzione di piccoli oggetti intarsiati in questa regione è testimoniata dalla stampa di Hiroshige 広重 e Kunisada 国貞 dedicata a Odawara, dalla serie delle *Cinquantatré stazioni del Tōkaidō a due pennelli* (*Sōhitsu gojūsan tsugi* 雙筆五十三次), edito da Maruya Kyūshirō 丸屋久四郎 nel 1954. **[10]** (fig. 7) Sullo sfondo, il

paesaggio realizzato da Hiroshige raffigura le pendici boscose del monte Hakone, mentre in primo piano una fanciulla, avvolta nel suo *yukata* 浴 衣 dopo un bagno, si sofferma a parlare con una ragazzina che le propone di acquistare giocattoli e souvenir. Appoggiata a terra, proprio davanti al cesto con la mercanzia, vi è una scatolina con una decorazione a strisce, nella quale va forse riconosciuta, al di là della semplificazione grafica, la tipica decorazione lignea a intarsio.



Figura 7. Kunisada e Hiroshige**,** *Cinquantatré stazioni del Tōkaidō a due pennelli* (*Sōhitsu gojūsan tsug*i 雙筆五十三次), 1854, Venezia, Museo d'Arte Orientale, inv. n. 3424.

La tecnica di realizzazione di questi mobili è verosimilmente molto simile a quella ancora oggi utilizzata nella zona di Hakone. Listelli di legni di specie diverse con colorazioni peculiari, tagliati longitudinalmente secondo il risultato che si voleva ottenere nella sezione trasversale, erano incollati insieme secondo uno schema geometrico ripetitivo. Venivano legati insieme in attesa che la colla facesse presa per formare una unità decorativa, poi le varie unità erano incollate tra loro a formare un'asse di una certa dimensione (*tanegi* 種木) con il mosaico completo. Serviva grande esperienza e maestria tecnica per tagliare tutti i pezzi della stessa forma e incollarli perfettamente allo stesso modo. Il *tanegi* veniva poi ridotto in fogli sottili tramite una pialla particolare chiamata *taneita* 種 板 (fig. 25). I rivestimenti così ottenuti erano incollati sulla superficie dell'oggetto da decorare. In casi più rari poteva essere utilizzato l'intero spessore del blocco pieno invece del foglio piallato **[11].** Si tratta di una tecnica rimasta invariata da un secolo e mezzo, che nel 1986 è stata designata "artigianato tradizionale" dal Ministero del Commercio internazionale dell'Industria.

La varietà delle specie legnose presenti nella zona favorì certamente l'affermazione di questa complessa lavorazione. Le analisi condotte da Flavio Ruffinatto di WoodIdLab indicano che per il rivestimento intarsiato sono stati usati legni duri come il zelkova, noto anche come olmo giapponese (*Zelkova serrata*), un legno pregiato, rinomato per la sua straordinaria grana densa, di natura non porosa; il satinwood (*Chloroxylon*, della famiglia delle *Rutaceae*), il crespino (*Berberis sp.*), il castagno giapponese (*Castanea crenata*), che costituisce anche la struttura portante dei mobili. I piccoli listelli intagliati che compongono la parte superiore delle antine scorrevoli, ricalcando in miniatura le grate degli edifici tradizionali sono in magnolia (*Magnolia sp.*) (fig. 17) e sono in tutto simili, per pattern e qualità di intaglio, a quelli dello scaffale De Albertis di Genova, che condivide con i mobili di Venezia lo schema costruttivo generale e il dimensionamento in larghezza (circa 70 cm) e in profondità (circa 30 cm) **[12].**

Questi legni, di diverso colore, andavano a comporre motivi decorativi tipici della tradizione giapponese, come quello a scaglie di pesce *uroko* 鱗, a foglia di canapa *asa no ha* 麻の葉, a triscele di punte di spada *kensaki* 剣先 (fig. 18), le stelle a sei punte derivate dal motivo a foglia di canapa (fig. 13), il doppio intreccio *sannoji kuzushi* 三の字崩, la scacchiera *ishidatami* 石畳, il diamante *hishi* 菱, il guscio di tartaruga *kikkō* 亀甲. A questi si aggiungeva l'effetto coloristico di alcune fiammature del legno, come le intense striature nere del kaki 柿 (*Diospyros kaki).*

Come si ribadirà in seguito, il tutto era poi impreziosito e protetto da una finitura a base di *urushi* 漆 , come tipicamente avviene sul mobilio giapponese **[13]**, eccetto che per alcune tipologie di mobili, come quelli per la cucina o alcuni *tansu* 箪笥 in paulonia (*Paulownia*) che possono essere trattati con semplici coloranti ottenuti dallo *yashabushi* 夜叉付子 (*Alnus firma*).

Le parti non in vista erano probabilmente realizzate in legno di conifera, forse *Cryptomeria japonica*, *sugi* 杉 , considerato che nell'ebanisteria giapponese il legno tenero di questo cipresso era comunemente utilizzato per l'interno dei cassetti, tipicamente più sottili rispetto al fronte - di 19 mm - come nei più comuni *tansu* **[14].** All'interno di alcuni cassetti e del corrispondente alloggiamento è stato indicato il carattere *hon* 本, dai molteplici significati (tra i quali il più comune è "libro"), in questo caso inteso come centro, base, parte principale. (fig. 8)



Figura 8. *L'ideogramma* 本*, hon, trovato all'interno di un cassetto*

Sulla superficie di alcuni mobili è stato trovato anche il *gofun* **胡粉** un carbonato di calcio ottenuto dalla polvere di conchiglie. Il *gofun* veniva utilizzato nella finitura dei mobili dal periodo Meiji (明治, 1868-1912), per conferire un aspetto più morbido alla superficie. Il *gofun* veniva mescolato a colla animale solubile in acqua e applicato sul legno. Dopo l'asciugatura la superficie poteva essere portata a una morbida lucentezza frizionandola con il *mokurō* 木蝋, una cera derivata preferibilmente dall'albero della lacca **[15].** In questo caso il *gofun* potrebbe però essere stato utilizzato, mescolato con lacca grezza e acqua, nella sigillatura dei possibili interstizi del legno prima della fase di finitura finale **[16]**. Da escludere, come si evince dalla relazione di Stefania Sartori, in calce, il suo impiego per la lucidatura finale.

I *kazaridana* del Museo d'Arte Orientale di Venezia sono dei prodotti del periodo Meiji. La presenza dei tavoli, uno dei quali di una certa altezza, testimonia la spinta alla modernizzazione del Giappone, che introdusse in via definitiva sedie e tavoli nelle abitazioni giapponesi, pezzi che prima di allora, nonostante alcuni periodi di limitato utilizzo, non avevano mai preso veramente piede **[17].** Il periodo Meiji determinò inoltre la perdita della rigida classificazione strutturale dei mobili, con l'introduzione di varianti diversificate, quasi inconsuete, sotto l'influenza dell'ebanisteria occidentale. Se da una parte la realizzazione di un set di tre scaffali potrebbe riecheggiare il tradizionale *sandana* 三 棚 che non poteva mancare nelle case dei feudatari o dei ricchi mercanti, tuttavia la struttura del mobile e con essa l'articolazione di pieni e vuoti sembra rispondere più a esigenze di eclettico decorativismo che di elegante funzionalità.

Dalla metà del periodo Meiji vi fu una graduale tendenza – specie tra i funzionari di Stato – ad adottare l'abbigliamento e l'arredamento occidentali, considerati più pratici di quelli tradizionali per la vita quotidiana. Il mobilio andò gradualmente modificandosi: ad esempio si cominciò a introdurre uno spazio di diversi centimetri tra il pavimento e la base del mobile per permettere all'aria di circolare e inibire così la formazione di muffe durante la stagione delle piogge e si adottarono maniglie incassate, in genere in ferro, simili nel disegno a quelle delle casse inglesi note dalla seconda metà dell'Ottocento **[18].**

Come ha rilevato Donatella Failla, uno dei più fini conoscitori dell'artigianato giapponese, Christopher Dresser rimarcava nel suo *Japan: its Architecture, Art and Art Manifactures*, pubblicato a Londra nel 1882 **[19]** che proprio nella zona di Shizuoka si fabbricavano scrittoi pieghevoli su modello inglese, in parte intarsiati: il mobilio occidentale era ormai pienamente entrato nella produzione locale e la tecnica a mosaico veniva applicata su mobili dalla morfologia e funzione tipicamente occidentali **[20].**

Agli occidentali che viaggiavano in Giappone questa produzione non passò inosservata. Era inevitabile che Enrico di Borbone, raffinato collezionista e interprete del suo tempo, si lasciasse incantare dalla eclettica bizzarria di queste opere di straordinario impatto visivo.

[MBM]

L'intervento di restauro

Tra novembre 2018 e giugno 2019 è stato avviato il laborioso intervento di restauro dei quattro *kazaridana* e del tavolino. Si è trattato di un lavoro complesso più che per le difficoltà tecniche, per l'esigenza di studiare i manufatti e i materiali dei quali si compongono, al fine di operare le corrette scelte metodologiche per la loro migliore conservazione e valorizzazione **[21]**.
Alla struttura molto semplice e lineare sono applicate lastronature e tarsie lignee realizzate con numerose varietà di specie legnose tali da definire la variegata colorazione superficiale. Le lastronature che ricoprono gran parte delle superfici sono caratterizzate da numerose e differenti forme poligonali accostate tra loro in maniera da esaltare la vivacità cromatica delle differenti tessiture lignee. All'interno di questo gioco di forme sono inserite le caratteristiche tarsie lignee eseguite con la tecnica a intarsio *yosegi zaiku*, diffusa nel periodo tardo Edo e tutt'ora caratteristica della produzione dell'area di Hakone **[22]**. Si tratta di una tecnica simile alla tarsia occidentale del "*toppo*".

Tecniche esecutive

Struttura*:* i tre mobili presentano quattro piccole gambe tornite a cipolla da cui parte la struttura esile e slanciata in legno di castagno. Le parti portanti delle mensole, dei fianchi e della schiena, sono state costruite con legno di conifera. Il fronte può essere suddiviso in tre zone:
- la parte inferiore, caratterizzata dalla presenza di cassetti e ante scorrevoli con superfici intarsiate. I cassetti sono assemblati per mezzo di incastri a mezzo-legno assicurati con colla e pioli in legno a sezione quadrangolare.
- la parte centrale è suddivisa da mensole di tipologie differenti, con fronte mosso, chiusi sui fianchi e sul retro da listelli intagliati e traforati. Molto suggestiva è la presenza di due "bandelle" ruotabili per mezzo di un montante cilindrico inserito tra due ripiani, caratterizzate da mensole e vani. Questi ultimi sono delimitati da ante scorrevoli guarnite da un telaio geometrico, costituito da sottilissimi listelli in legno di magnolia.
- la zona superiore è impreziosita da piccole imposte scorrevoli intarsiate. Queste presentano sul bordo superiore e inferiore un dentello, ricavato dal massello del telaio, che ne permette il libero scorrere lungo il "canale" eseguito sulla zona inferiore e superiore del loro alloggiamento. Questa parte termina infine con un'alzata aperta.

Il piccolo stipo è invece composto da una parte inferiore caratterizzata dalla presenza di cassetti e di un vano con ante scorrevoli tutti intarsiati. La parte centrale è costituita da un vano aperto sul fronte con il piano realizzato su due livelli. Nella zona superiore del piccolo stipo troviamo un unico vano chiuso da due ante scorrevoli.
Il tavolino, molto basso, presenta una semplice struttura formata da un piano con quattro gambe angolari, sagomate nel profilo interno. La lastronatura a forme poligonali presenta al suo interno gli inserti con le tarsie geometriche *yosegi zaiku.*
Lastronature e tarsie: sui ripiani e sui fianchi, senza eseguire un disegno particolare, sono stati assemblati poligoni di varie forme e grandezze eseguiti con differenti specie legnose. Lo spessore di queste lastronature e delle tarsie geometriche è di due millimetri. Sui cassetti, sulle ante scorrevoli e sullo spessore delle mensole, troviamo una decorazione superficiale a tarsia, denominata *yosegi zaiku*. E' una tecnica decorativa realizzata con una pratica simile a quella occidentale denominata *"tarsia a toppo"*, caratterizzata da un intarsio geometrico e ripetitivo. Il *toppo* è la terminologia toscana che definisce il parallelepipedo che si ottiene unendo, con colla animale, vari listelli di legno dai colori diversi; tagliando trasversalmente il toppo in sezioni sottili si ottengono dei disegni geometrici che venivano poi applicati con un adesivo sui profili dei mobili o in riquadrature decorative **[23].** Le decorazioni sono molte e differiscono da mobile a mobile per ribadire la spiccata volontà di rendere unico ogni arredo. (figg. 9-16)



Figure 9-16. *Le immagini illustrano il variegato repertorio di decorazioni yosegi-zaiku*

Le antine scorrevoli dei tre mobili, quelle poste sulle bandelle girevoli e nella parte superiore sono altresì realizzate con un tipo di decorazione particolare. All'interno del telaio perimetrale che ne delimita la superficie troviamo un motivo a traforo composto da minutissimi listelli in magnolia tra loro bloccati per mezzo di un minuzioso gioco di incastri. (fig. 17)

Elementi metallici: si tratta delle maniglie dei cassetti, di piccole placchette inserite per agevolare l'apertura delle ante scorrevoli e, solo per un mobile, di sottili elementi metallici "marcapiano". Le maniglie dei cassetti hanno una forma caratteristica, *mokkō* 木瓜, tipica dell'era Meiji. Tutte le maniglie hanno borchie di base *zagane* 座金 a forma circolare con scanalature che partono dal centro. (fig.18) Questi elementi sembrerebbero realizzati in una lega di rame rivestita d'argento e sono agganciati alla struttura con piccoli chiodi a testa tonda. Incisioni lineari sono presenti sopra ogni elemento, Spesso, come risulta dalla letteratura specifica, anche le parti metalliche venivano ricoperte di lacca *urushi* utilizzata quale protettivo. Nel nostro caso non è stata identificata alcuna stesura di lacca.





Figura 17. *In evidenza il motivo a traforo delle ante scorrevoli delle bandelle girevoli. Gli inserti più chiari sono frutto dell'attuale ricostruzione*
Figura 18. *Le maniglie dei cassetti dalla caratteristica,* mokkō 木瓜*, tipica dell'era Meiji. Tutte le maniglie hanno borchie di base* zagane *座金 a forma circolare con scanalature che partono dal centro*

Finitura superficiale: la finitura superficiale del mobilio rappresentava un aspetto importante dell'esecuzione del manufatto. A seconda dell'oggetto, della sua destinazione e anche della specie legnosa con cui era eseguito vi erano differenti operazioni di finitura che utilizzavano materiali e tecniche specifiche. In ogni caso il componente di base era sempre l'*urushi* 漆 **[24].** Innanzitutto, la superficie lignea veniva rifinita a secco con materiali leggermente abrasivi, che andavano a riempire i pori del legno. Queste sostanze erano principalmente polveri minerali, carbone, gusci di conchiglia, corna di cervo che mescolate con acqua, colla animale o *urushi* grezza lisciavano le superfici e le rendevano quasi impermeabili agli strati successivi. Si passava successivamente alla verniciatura delle superfici. Durante il restauro si è appurato che gli elementi strutturali di questi mobili (i profili tondi, i fianchi, i retri e i profili sagomati), sono stati verniciati con alcune stesure sottilissime di lacca nera, mentre le lastronature e le tarsie con una lacca trasparente **[25]**. Difficile stabilire esattamente il tipo di lacca effettivamente utilizzata per la verniciatura di questi mobili. La finitura trasparente potrebbe essere stata ottenuta dalla *suki urushi* 透漆 (termine generico per indicare tutti i tipi di lacca trasparente e raffinata) **[26]**, probabilmente *kijiro urushi* 木地呂漆, lacca trasparente e senza olio, estratta nel secondo periodo di raccolta che viene miscelata con il 10% di gommagutta arancione, con una leggera sfumatura ocra adatta alla finitura del legno, soprattutto per il zelkova e il castagno, dal momento che esaltava la bellezza della grana tangenziale di questi legni. **[27]**
Per quanto riguarda il *kuro urushi* 黒 漆 (termine generico per indicare i tipi di lacca nera e raffinata), il colore nero si ottiene per aggiunta di ossidi di ferro o polveri di carbone. Dal risultato delle analisi chimiche eseguite il campione prelevato risulta avere uno spettro simile a quello standard di *roiro urushi*.
Quindi, verosimilmente potrebbe trattarsi della lacca *kuro roiro urushi,* 黒蝋色漆 lacca nera trasparente priva di olio e addizionata con il 10% di gommagutta arancione che si usa per produrre superfici dure e brillanti dopo la politura. **[28]** (fig. 19)
Ogni strato di *urushi* era applicato con spatole di legno di cipresso e piccoli pennelli costruiti con capelli umani. Gli oli maggiormente utilizzati erano oli di canfora, di perilla, di lino, di tung.
Durante il restauro è stato possibile evidenziare come questa finitura nera sia stata eseguita al di sopra di una precedente applicazione di un colorante rosso violaceo **[29]**. (fig.20)
Al termine di ogni passaggio nel *furo* 風 呂 , armadio di asciugatura, le superfici potevano essere lucidate con polveri di carbone vegetale, di pietre dure, di gusci di conchiglia, oppure lasciate più opache. La finitura finale

dipende anche, come si è detto, dalla presenza o meno di oli all'interno della stesura di resina. Nel caso di questi mobili la visione al microscopio della finitura in lacca lucida e trasparente ha messo in evidenza i segni del pennello usato per la stesura, quindi si suppone che le superfici non siano state volutamente levigate per ottenere un aspetto più opaco.





Figura 19. - *particolare del retro di un mobile. In una zona protetta dai raggi U.V., dopo l'operazione di pulitura è risultata evidente la presenza della lacca nera*
Figura 20. *Particolare del vano interno in cui scorre un cassetto in cui è visibile la stesura violacea eseguita prima della finitura a lacca nera*

Stato di conservazione e precedenti interventi di restauro

Struttura: i mobili nel complesso erano assai danneggiati soprattutto nelle zone superiori delle alzate, con montanti spezzati o assenti, rottura delle mensole e deterioramenti avvenuti a causa di dilavamenti, che hanno generato la formazione di numerosi sollevamenti delle lastronature e delle tarsie.
Le bandelle girevoli si presentavano fuori asse e non più movibili.
I cassetti evidenziavano delle lassità strutturali, causate da perdita di aderenza della colla e da rottura dei perni presenti. Sono stati recuperati molti pezzi staccati e sono stati pazientemente ricollocati nelle sedi originali di ogni pezzo. Assenti purtroppo alcune porzioni lignee andate perdute.
Alcune tavole di conifera che compongono la struttura dei ripiani avevano subito una deformazione rispetto alla loro planarità originale. L'imbarcamento non aveva coinvolto tutte le assi, ma si era sviluppato nei ripiani interessati da un eccessivo apporto di umidità. A causa di forti sbalzi termo-igrometrici, in moltissime zone la colla di origine animale aveva perso la sua tenuta adesiva, causando alcune piccole lacune.
Le ante scorrevoli presentavano uno stato di conservazione assai precario. Due ante di un mobile avevano subito un forte apporto di umidità che aveva provocato l'imbarcamento delle tavole in conifera della struttura, il sollevamento delle tessere della tarsia e inibito completamente il potere adesivo della colla animale.
Alcune strutture avevano subito, nel passato, un intervento di rinforzo strutturale, con l'inserimento di chiodi in prossimità di ogni ripiano, inseriti a 45°, dai montanti verso l'interno. In tutti i mobili è visibile la presenza di un passato attacco di insetti xilofagi.
Elementi metallici: questi elementi si trovavano tutti in pessimo stato conservativo, soprattutto a causa dell'ossidazione del materiale, particolarmente presente laddove gli oggetti avevano subito dilavamenti.
Finitura superficiale: la vernice finale applicata sui mobili si presentava gravemente degradata. Ad una prima analisi visiva, al di sotto dello spesso strato di polvere e sporco inizialmente non si riconosceva alcuna vernice, tanto le superfici apparivano aride.
Il legno e le tarsie risultavano estremamente secche, decisamente sbiadite nella colorazione, soprattutto nelle zone in cui si era riscontrato il dilavamento. Le superfici erano apparentemente prive di finitura. Solo durante i primi campioni di pulitura e di asportazione dello sporco superficiale è stato possibile evidenziare, per mezzo dell'uso del microscopio Dino Light a 200 ingrandimenti, una vernice trasparente. Solo attraverso il prelievo e l'analisi FTR si è avuta conferma della presenza della laccatura superficiale. (fig. 21)



Figura 21. *Immagini al microscopio Dino Light 200x, che mettono in evidenza la presenza della vernice trasparente e la texture del pennello impressa sulla vernice trasparente.*

Il degrado della lacca, sia di quella trasparente, sia di quella nera, è da attribuire quasi certamente all'effetto degenerativo che i raggi UV hanno sull'*urushi* **[30]**.
Sappiamo che i due principali agenti di deterioramento della lacca asiatica sono la luce e l'umidità relativa, sebbene anche la temperatura giochi un ruolo importante. Questi fattori negativi portano allo scolorimento della lacca, alla formazione di microcrettature e a una sua maggiore vulnerabilità.
Dall'osservazione dei mobili risulta chiaramente visibile come la luce, incidente per un lungo periodo solo in alcune zone, abbia influito gravemente sulla finitura nera provocandone lo scolorimento e la perdita quasi totale.
La conferma del fotodegrado delle superfici è avvenuta quando, in fase di restauro, al di sotto di un elemento ligneo pericolante, è stata rinvenuta una zona integra con la sua lacca nera compatta. In questo punto è stato prelevato un campione per il riconoscimento della finitura laccata.
Inoltre, proprio in virtù del fatto che lo strato di finitura sia stato applicato in una o più stesure molto sottili, questo ha comportato in molti punti il suo completo assottigliamento.

Intervento di restauro

Disinfestazione: prima di ogni operazione i mobili sono stati interessati dall'intervento di disinfestazione eseguito in anossia.
Tutti i mobili sono stati inoltre interessati dall'applicazione di un prodotto antitarlo a base di permetrina eseguito per prevenire, per un tempo di circa due anni, la comparsa di altre infestazioni.
Intervento sulla struttura: prima di intraprendere la lunga e delicata fase di restauro strutturale dei mobili è stata doverosa ed utile una lunga riflessione su come impostare l'approccio pratico nei confronti di queste opere.
Si sono innanzitutto individuate tutte le lacune del materiale ligneo, delle lastronature e delle tarsie.
Numerosi pezzi erano separati ed è stata necessaria una attenta analisi delle parti per poi procedere allo loro esatta collocazione.
È stato quindi redatto un elenco di specie legnose da identificare con micro prelievi, utili per ricostruire le lacune.
Sette i campioni prelevati e analizzati, con risultati estremamente utili, sia come approfondimento conoscitivo degli oggetti, sia per impostare un intervento integrativo corretto. Come ricordato in precedenza, le analisi hanno evidenziato che la struttura portante dei mobili è in legno di castagno, molte filettature chiare sono state eseguite in legno di magnolia e le tarsie sono state realizzate con legni quali il satinwood - una specie legnosa autoctona - e legni presenti anche nel nostro territorio: castagno, quercia affogata e crespino.
Non tutte le varietà lignee sono state analizzate ma attraverso l'analisi visiva sono state evidenziate anche le specie di kaki, zelkova e *hinoki* 桧 (*Chamaecyparis obtusa)*. **[31]**Tutti i rifacimenti lignei sono stati quindi eseguiti con legni della stessa specie legnosa o in alternativa, nel caso di mancato reperimento, legni di specie legnose affini per fibratura, tessitura e comportamento reologico. (fig. 22)
Anche per la scelta dell'adesivo da utilizzare per l'applicazione degli inserti lignei, si è deciso di utilizzare la colla *nikawa* 膠, una colla animale di origine giapponese. **[32]**
Innanzitutto, si è provveduto a consolidare le strutture portanti in castagno. Quindi tutti i listelli, le cornici e i ripiani sono stati riposizionati e incollati (fig. 23). Le bandelle mobili sono state liberate dalle sedi ruotanti, consolidate a parte, e quindi riposiziona. Tutti i listelli in magnolia sono stati ricostruiti, così come i listelli dei pannelli traforati che delimitano i ripiani. (fig. 24)

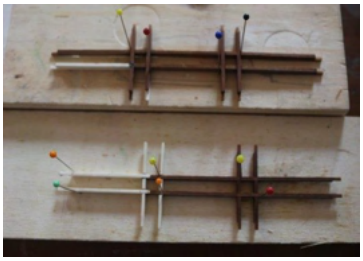




Figura 22. *Rifacimento dei listelli lignei dei trafori in magnolia*
Figura 23. *Rifacimento delle parti mancanti dell'alzata*
Figura 24. *Interventi di falegnameria, assemblaggio delle parti sconnesse*

Le due antine scorrevoli che si presentavano imbarcate sono state oggetto di un intervento articolato in più passaggi: inizialmente sono state smontate le loro cornici, successivamente i pannelli fortemente incurvati, sono stati inumiditi con vapore caldo sulla faccia concava (priva della finitura laccata) per un tempo limitato e poi pressati delicatamente tra due tavole con l'ausilio di un morsetto. Questa operazione è stata ripetuta a giorni alterni

per tre cicli. Infine, una volta asciutta la tavola, sono stati eseguiti dei piccoli tagli sul retro del pannello, alla profondità di un terzo dello spessore e di larghezza di due mm. Sono stati inseriti successivamente listelli utili per contrastare la forza della tavola ad imbarcarsi e per riportarla ad una situazione di planarità. Infine, le cornici sono state riposizionate, usando colla *nikawa* e inseriti nuovi pioli ai quattro lati. Sono state consolidate e rafforzate tutte le unioni dei cassetti. Ha richiesto un intervento lungo e delicato il rifacimento del montante curvo di un'alzata di uno dei mobili.
Le tessere di lastronatura scollate e imbarcate sono state riposizionare e fatte aderire al supporto sottostante. Tutte le lacune delle tarsie sono state ricostruite utilizzando la tecnica a *toppo* imitando nella decorazione e nella specie legnosa quelle originali ancora presenti e successivamente sono state ritoccate ad acquerello per imitare lo stesso tono di colore di quelle già presenti. (figg. 25-27)

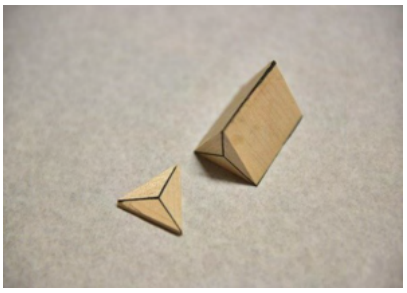



Figure 25 e 26. *Realizzazione di una tarsia "a toppo" e il suo inserimento in una lacuna*

Pulitura delle parti metalliche: questi elementi sono stati interessati da impacchi di una soluzione chelante a Ph9, applicata tramite ovatta. L'applicazione è avvenuta con tempi differenti a seconda del grado dell'ossidazione. Dopo accurato lavaggio con acqua demineralizzata tutte le superfici sono state verniciate e protette con una soluzione di Paraloid B72 in acetone al 5%.
Pulitura e protezione finale*:* si è provveduto inizialmente ad un'accurata spolveratura con microaspiratore e pennelli a setole morbide.
Per la scelta della metodologia da utilizzare per la pulitura delle superfici si è deciso di effettuare esclusivamente il test solventi, escludendo fin da subito ogni intervento acquoso che sarebbe stato poco adatto a superfici laccate così deteriorate **[33]**.
Il test ha escluso fin da subito ogni possibilità di utilizzo di solventi alcolici e chetonici, per il loro grado di polarità. Gli unici solventi utilizzabili si sono rivelati gli idrocarburi. Tra questi la ligroina 100-140 si è dimostrata la migliore soprattutto per il suo alto grado di volatilità.
Proprio durante il test di pulitura effettuato con questo solvente e grazie al supporto del microscopio, è stato possibile individuare la presenza dello strato di vernice.
Le analisi effettuate da Stefano Volpin hanno confermato la presenza di *urushi* **[34]**.
Questa certezza ha rafforzato quindi la scelta di eseguire la pulitura esclusivamente a tampone con ligroina escludendo l'utilizzo di ogni soluzione addensata per evitare problemi di asportazione del gel. (figg. 25-27)






Figure 27, 28 e 29. *Campioni di pulitura delle superfici verniciate con lacca trasparente*

Terminata la pulitura si è posto il problema di proporre un'eventuale protezione delle superfici e della delicata stesura di *urushi* rinvenuta.
Secondo la tradizione orientale si sarebbe intervenuti probabilmente ripristinando l'integrità dell'oggetto mediante l'utilizzo delle stesse materie e delle tecniche tradizionali **[35]**.
Poiché non sempre è possibile riproporre questo tipo di lavorazione in Occidente, per la mancanza di formazione nella lavorazione dell'urushi, spesso la soluzione più rispettosa per i restauratori occidentali rimane quella del non intervento **[36]**.
In questo caso, per l'avanzato stato di degrado superficiale delle opere, con la direzione lavori si è deciso di prevenire e rallentare la perdita superficiale di lacca originale, consolidandola e fornendo un'adeguata protezione contro la luce.
Negli ultimi anni sono stati eseguiti molti studi relativi al comportamento di materiali di natura sintetica e naturale rispetto allo strato di lacca *urushi.* Queste ricerche sono state di supporto per proporre e decidere di eseguire una verniciatura protettiva ritenuta estremamente necessaria per la conservazione della finitura originale. Tra i materiali considerati e con limitata invasività rispetto allo strato originale, abbiamo trovato soprattutto il riferimento a resine a basso peso molecolare tra cui le resine Regalrez 1096 e 1126. Queste resine sono state scelte anche per la loro solubilità in solventi apolari privi di composti aromatici **[37]**. Le prove eseguite sui mobili in restauro hanno portato a migliori risultati visivi utilizzando la resina Regalrez 1096.
Alcuni studi hanno anche analizzato il comportamento dello stabilizzatore di UV Tinuvin 292, raccomandandone l'uso su superfici laccate **[38]**. Abbiamo quindi ritenuto di poter verniciare le superfici dei nostri mobili con Regalrez 1096 diluita al 5% in ligroina e con l'aggiunta di Tinuvin 292 al 2%, per limitare il fotodegrado della vernice originale, almeno per un certo periodo di tempo.

[SS]

NOTE

[1] A. ZILERI DAL VERME, *Note di viaggio*, 1887-1889, ms, 15 vols, collezione privata, vol. 13, pp. 29-31. Si ringrazia la famiglia Zileri Dal Verme per avere consentito la consultazione del manoscritto.
[2] Sulle vicende connesse al passaggio della collezione dalla famiglia Borbone allo Stato Italiano si veda: F. SPADAVECCHIA ALIFFI, *Museo d'Arte Orientale. La collezione Bardi: da raccolta privata a museo dello Stato*, (Quaderni della Soprintendenza ai Beni Artistici e Storici di Venezia. XVI), Tonolo, Venezia 1990, pp. 29-65; I. KAMAKURA *et al.*, *Notes on the Japanese Collection of Count Bourbon Bardi at the Museo d'Arte Orientale di Venezia*, in «Bulletin of the National Museum of Ethnology», XXXV, 4, 2001, pp. 641-668; M. BOSCOLO MARCHI, *Una dimora per l'Oriente a Venezia: dalla collezione Borbone al Museo d'Arte Orientale e Venezia*, in *Il confronto con l'alterità tra Ottocento e Novecento. Aspetti critici e proposte visive*, ed. by G. Tomasella, Fondazione Passaré Quodlibet, Milano 2020, pp. 129-149, in corso di stampa.
[3] D. FAILLA, *Lo 'scaffale D'Albertis' un mobile giapponese in mosaico ligneo di Hakone nel Museo delle Culture del Mondo di Genova*, in *Il* kazaridana *飾り棚 D'Albertis uno scaffale giapponese nel Museo delle Culture del Mondo di Genova*, a cura di D. Failla, M. C. De Palma, Sagep, Genova 2020, pp. 14-39.
[4] Archivio Storico della Direzione regionale Musei Veneto (d'ora innanzi ASDRMV), Museo d'Arte Orientale, Catalogo Trau [1907], fogli 306-307.

[5] Sul giudizio critico sull'arte giapponese come arte applicata si veda M. ISHII, *Venezia e il Giappone. Studi sugli scambi culturali nella seconda metà dell'Ottocento*, Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'arte, Roma 2004, pp. 13-15.
[6] ASDRMV, Museo d'Arte Orientale di Venezia, Carte Barbantini, fasc. 6.
[7] D. FAILLA, *Lo 'scaffale D'Albertis'*…, p. 16.
[8] K. NAKANO 中野敬次郎, *Odawara kindai hyakunenshi 小田原近代百年史*, Hachishōdō Shoten 八小堂書店, (1st ed. 1968), Odawara 1982, p. 376.
[9] Nel secondo quarto del XVII secolo, il terzo shōgun, Tokugawa Iemitsu 徳川 家光 (1604-1651) fece riedificare il santuario shintoista di Asama 浅間 a Shizuoka. Da allora molti valenti artigiani si stabilirono in quella zona. D. FAILLA, *Lo 'scaffale D'Albertis'*…, p. 18.
[10] S. VESCO, *Il* Tōkaidō *tra paesaggio, teatro e leggenda: il* Sōhitsu gojūsantsugi *di Hiroshige e Kunisada*, in *Hiroshige. Da Edo a Kyoto. Vedute celebri del Giappone. La collezione del Museo d'Arte Orientale di Venezia*, catalogo della mostra (Venezia, Palazzo Grimani, 20 settembre 2014-11 gennaio 2015), a cura di M. Boscolo Marchi, F. Spadavecchia, Marsilio, Venezia 2014, pp. 40-51.
[11] Nei numerosi siti dedicati a questa tecnica peculiare sono disponibili video che mostrano come erano ottenuti i fogli mosaicati.
[12] D. FAILLA, *Lo 'scaffale D'Albertis'*…, p. 27.
[13] R. CLARKE, *Japanese Antique Furniture. A Guide to Evaluating & Restoring*, Weatherhill, New York-Tokyo 1983, pp. 62-63.
[14] La lacca come finitura era usata almeno dal VII secolo. É infatti presente nello *zushi* 厨 子 in zelkova della collezione dell'imperatore Tenmu 天 武 del 673. T. HEINEKEN, K. HEINEKEN, *Tansu. Traditional Japanese Cabinetry*, Weatherhill, New York-Tokyo 1981, p. 219.
[15] T. HEINEKEN, K. HEINEKEN, *Tansu. Traditional Japanese Cabinetry*…, p. 220.
[16] T. HEINEKEN, K. HEINEKEN, *Tansu. Traditional Japanese Cabinetry.*…, p. 223.
[17] A più riprese in passato fu introdotto in Giappone l'uso delle sedie e dei tavoli alti: nel tardo Kofun 古墳 (300-552) fino al Nara 奈良 (710-794) furono introdotte dal continente e furono utilizzate largamente dai membri della classe dominante che avevano adottato uno stile di vita cinese. Con il periodo Heian 平安 (794-1185) le sedie caddero in disuso fino a quando, nel periodo Kamakura 鎌倉 (1185-1333) furono nuovamente introdotte insieme al Buddhismo Zen: ancora una volta furono utilizzate dalla classe samurai che frequentava i templi zen e vedeva l'abate del monastero sedere su una sedia decorata. Anche in questo caso l'uso delle sedute non si diffuse presso le classi popolari e decadde velocemente. La terza volta in cui le sedie furono introdotte in Giappone fu nel periodo Momoyama 桃山 (1573-1600) dai missionari e mercanti spagnoli e portoghesi. Questa nuova moda interessò solo i samurai di alto rango e i ricchi mercanti, per cui velocemente scomparve, fino alla modernizzazione Meiji. K. KOIZUMI, *Traditional Japanese Furniture. A Definitive Guide*, Kodansha, Tokyo 1986, p. 149.
[18] K. KOIZUMI, *Traditional Japanese Furniture* …, p. 163.
[19] C. DRESSER, *Japan: its Architecture, Art and Art Manufacturers*, (1st edition London 1882), Cambridge University Press, Cambridge 2015, pp. 171-196.
[20] Si veda lo straordinario scrittoio presente nella mostra on line a cura di Tayoka Yuri, diretta da Mezaki Shinya, entrambi della Kyoto Women's University,
https://artsandculture.google.com/exhibit/XwISdfTKGAiUIA, visitato il 15 agosto 2020.
[21] Ringrazio Paolo Bensi e Stefania Pandozy per avermi fornito la bibliografia utile per l'avvio dello studio sui materiali. Ringrazio il restauratore Matteo Marton che ha collaborato agli interventi strutturali, con autentica partecipazione e precisione.
[22] T. HEINEKEN, K. HEINEKEN, *Tansu, Traditional Japanese Cabinetry*, … pp. 100-230; D. JACKSON, D. OWEN, *Japanese Cabinetry, The Art & Craft of tansu*, Gibb Smith, Salt Lake City 2002; D. FAILLA, *Lacche orientali del museo Chiossone*, De Luca, Roma 1996, pp. 33-50.
[23] E. BACCHESCHI *ET AL*., *Le Tecniche Artistiche*, ed. by C. Maltese, Mursia, Milano 1987, pp. 384-387.
[24] Riguardo alle caratteristiche della resina *urushi*, alla sua lavorazione ed alle tecniche artistiche: C. SHIMIZU, *Lacche Giapponesi*, Mondadori, Milano1988, pp. 27- 42; D. FAILLA, *Lacche orientali*…, pp. 315-319; M. FAIETA, A. RIVALTA, *Lacca* urushi *su metallo: tecniche esecutive, degrado e conservazione. Un caso studio: un elmo (*kabuto*) della collezione giapponese del Museo Stibbert*, tesi di diploma, relatore V. Basilissi, Istituto Centrale per il Restauro, Roma, a.a. 2007-2008, pp. 43-60.
[25] Ogni strato di lacca, sia intermedia che finale deve asciugare perfettamente, ed è necessario per questo motivo lasciar polimerizzare *l'urushi* all'interno di un *furo*, un armadio con un'umidità interna costante intorno all'80%.
[26] La lacca raffinata definita *seisei urushi*, si ottiene attraverso i due processi di raffinazione *nayashi* e *kurome* della lacca grezza *ki urushi*.
[27] Riguardo alle tecniche di laccatura: M. FAIETA, A. RIVALTA, *Lacca urushi.*…., pp. 185-189.
[28] Riguardo alla lacca nera applicata sul mobilio: T. HEINEKEN, K. HEINEKEN, *Tansu. Traditional Japanese Cabinetry*…, pp. 219-235.

[29] Per conferire alla tonalità nera un tono maggiormente caldo o freddo si stendeva una base colorata prima della laccatura. Per il tono rosso si poteva usare il cinabro oppure ossidi di ferro, oppure si potevano usare tannini di kaki per dare maggior profondità al colore. Questi colori venivano stesi sia con colla animale, sia con olio di colza, sia con lacca grezza, a seconda della tecnica scelta per la finitura.
[30] Y. YAMASHITA, S. RIVERS, *Light-Induced Deterioration of* urushi, maki-e *and* nashiji *Decoration*, in *East Asian Lacquer, Material Culture, Science and Conservation*, ed. by S. Rivers, R. Faulkner, B. Pretzel, Archetype Publications, London 2011, pp. 208-216.
[31]G. GIORDANO, *Tecnologia del legno*, 2 vols, Utet, Milano 1981; G. BORGHINI, M. G. MASSAFRA, *Legni da ebanisteria*, Roma, De Luca 2002.
[32] Y. YAMASHITA, S. RIVERS, *Conservation of shell inlay (*raden*) on the Mazarin Chest*, in *ICOM* Commitee for Conservation, 15th Triennial Conference, New Delhi, 22-26 September 2008, 2 vols., Allied Publishers, New Dehli 2008, II, pp. 1124-1131. L'adesivo ritenuto più consono nella conservazione di oggetti laccati è stato la colla animale di origine giapponese *nikawa.* Si tratta di una colla di vacchetta, disponibile in tre gradi di adesione. Vi sono sul mercato molte colle *nikawa* e la scelta migliore per lo specifico caso trattato, risultava essere una miscela tra due tipi differenti: *tsubu nikawa* e *kanso shika nikawa*. Questi specifici adesivi purtroppo sul mercato europeo non sono reperibili, mentre è stata trovata la colla *gyuhi wa nikawa*, usata dai lituai cremonesi. Dopo alcuni test per trovare la migliore percentuale di solubilità è stato deciso di utilizzarla al 15-20%. La temperatura di applicazione è di 78°C.
[33] M. WEBB, *Lacquer: Technology and Conservation*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2000; S. RIVERS, N. UMNEY, *Conservation of Furniture*, Taylor e Francis Group, London-New York 2003; P.CREMONESI, E. SIGNORINI, *Un approccio alla pulitura dei dipinti mobili*, Il Prato, Padova 2012.
[34] I materiali sono stati analizzati mediante FTR, che ha confermato con certezza la presenza di lacca *urushi.*
[35] Più specificatamente l'*urushi gatame* è il processo di applicazione di strati sottili di lacca grezza per ripristinare la brillantezza e per migliore la conservazione degli oggetti. Sono tecniche di appannaggio quasi esclusivo di restauratori orientali, che conoscono il materiale e la sua applicazione: trattamenti a base di *urushi* eseguiti in maniera errata possono lasciare un oggetto permanentemente rovinato.
[36] C. COUEIGNOUX, S. RIVERS, *Conservation of photodegraded Asian lacquered surfaces: four case studies*, in «Journal of the American Institute for Conservation», LIV, 1, 2015, pp. 14-28; Y. YAMASHITA, S. RIVERS, *Conservation of the photodegraded...* , pp. 1124-1131.
[37] *Low molecular weight varnishes*, interview to E. RENÉ DE LA RIE, National Gallery of Art, Washington, in a technical Workshop took place, organized by GEIIC (Spanish group of International Institute of Conservation) in the Reina Sofia Museum. René de la Rie, Ana Ordoñez and Lourdes Domedel were the speakers and presented the results of the research they carried out. Questions that arose at this meeting are addressed in this interview.
L. BORGIOLI, P. CREMONESI, *Le resine sintetiche utilizzate nel trattamento di opere policrome*, (I Talenti. XVII), Il Prato, Padova 2005.
[38] J.-W. HONG, M.-Y. PARK, H.-K. KIM, J.-O. CHOI, *UV-Degradation Chemistry of Oriental Lacquer Coating Containing Hindered Amine Light Stabilizer*, in «Bulletin Korean Chemical Society 2000», XXI, 1 pp. 61-64.

BIBLIOGRAFIA

1. E. BACCHESCHI *ET AL.*, *Le Tecniche Artistiche*, ed. by C. Maltese, Mursia, Milano 1987.
2. G. BORGHINI, M. G. MASSAFRA, *Legni da ebanisteria*, Roma, De Luca 2002.
3. L. BORGIOLI, P. CREMONESI, *Le resine sintetiche utilizzate nel trattamento di opere policrome*, (I Talenti. XVII), Il Prato, Padova 2005.
4. R. CLARKE, *Japanese Antique Furniture. A Guide to Evaluating & Restoring*, Weatherhill, New York-Tokyo 1983.
5. P. CREMONESI, E. SIGNORINI, *Un approccio alla pulitura deidipinti mobili*, Il Prato, Padova 2012.
6. C. DRESSER, *Japan: its Architecture, Art and Art Manufacturers*, (1st edition London 1882), Cambridge University Press, Cambridge 2015.
7. D. FAILLA, *Lacche orientali del museo Chiossone*, De Luca, Roma 1996.
8. G. GIORDANO, *Tecnologia del legno*, 2 vols, Utet, Milano 1981
9. T. HEINEKEN, K.HEINEKEN, *Tansu, Traditional Japanese Cabinetry*, Watherhill, New York-Tokyo 2004.
10. M. ISHII, *Venezia e il Giappone. Studi sugli scambi culturali nella seconda metà dell'Ottocento*, Istituto Nazionale di Archeologia e Storia dell'arte, Roma 2004.
11. *Il kazaridana 飾り棚 D'Albertis uno scaffale giapponese nel Museo delle Culture del Mondo di Genova*, a cura di D. Failla, M. C. De Palma, Sagep, Genova 2020.
12. K. KOIZUMI, *Traditional Japanese Furniture. A Definitive Guide*, Kodansha, Tokyo 1986.
13. I. KAMAKURA *et al.*, *Notes on the Japanese Collection of Count Bourbon Bardi at the Museo d'Arte Orientale di Venezia*, in «Bulletin of the National Museum of Ethnology», XXXV, 4, 2001, pp. 641-668.
14. D. JACKSON, D.OWEN, *Japanese Cabinetry, The Art & Craft of tansu*, Gibb Smith, Salt Lake City 2002.

15. K. NAKANO 中野敬次郎, *Odawara kindai hyakunenshi 小田原近代百年史*, Hachishōdō Shoten 八小堂書店, (1st ed. 1968), Odawara 1982.
16. A. RIVALTA, *Lacca urushi su metallo: tecniche esecutive, degrado e conservazione. Un caso studio: un elmo (kabuto) della collezione giapponese del Museo Stibbert*, tesi di diploma, relatore V. Basilissi, Istituto Centrale per il Restauro, Roma, a.a. 2007-2008.
17. S. RIVERS, R. FAULKNER, B. PRETZEL, *East Asian Lacquer, Material Culture, Science and Conservation*, Archetype Publications, London 2011.
18. S. RIVERS, N. UMNEY, *Conservation of Furniture*, Taylor e Francis Group, London-New York 2003.
19. C. SHIMIZU, *Lacche Giapponesi*, Mondadori, Milano1988
20. F. SPADAVECCHIA ALIFFI, *Museo d'Arte Orientale. La collezione Bardi: da raccolta privata a museo dello Stato*, (Quaderni della Soprintendenza ai Beni Artistici e Storici di Venezia. XVI), Tonolo, Venezia 1990.
21. S. VESCO, *Il Tōkaidō tra paesaggio, teatro e leggenda: il Sōhitsu gojūsantsugi di Hiroshige e Kunisada*, in *Hiroshige. Da Edo a Kyoto. Vedute celebri del Giappone. La collezione del Museo d'Arte Orientale di Venezia*, catalogo della mostra (Venezia, Palazzo Grimani, 20 settembre 2014-11 gennaio 2015), a cura di M. Boscolo Marchi, F. Spadavecchia, Marsilio, Venezia 2014, pp. 40-51.
22. M. WEBB, *Lacquer: Technology and Conservation*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2000;

IL CANTIERE DI RESTAURO DELLA TORRE CAMPANARIA DELLA CHIESA VALDESE DI FIRENZE

Landi Stefano*, Tabbakh Sarah Fortunée**

* Restauratore Beni Culturali, Via Polveriera 16, 50014 Fiesole FI, +39 3398920992, rest_landi@yahoo.it
** Antropologo & Collaboratore Restauratore, Via Montepulciano 26, 00182, Roma, +39 331 430 2259, sarahftabbakh@gmail.com

Abstract

L'articolo espone i risultati del cantiere di restauro della torre campanaria della Chiesa Valdese di Firenze, che ha interessato gli elementi lapidei in arenaria e le statue in pietra calcarea e marmo delle quattro facciate. Le aree si presentavano in grave stato di conservazione, dovuto principalmente all'azione degli agenti atmosferici e differenziato in base alla collocazione dei diversi elementi e alla natura intrinseca dei materiali. A seguito di indagini preliminari è stata definita una metodologia lineare che ha previsto l'alternanza di pulitura chimica e pulitura meccanica per le superfici compatte e pulitura combinata al laser per le zone decoese e delicate. La complessità del restauro della torre è consistita nell'avanzato stato di degrado del paramento murario e delle statue, per un primo approccio del laser e una messa in sicurezza delle statue. La collaborazione interdisciplinare è stata fondamentale per portare a termine l'intervento e gli assidui confronti sui risultati in corso d'opera sono stati indispensabili per la riuscita del restauro.

Introduzione

Il cantiere di restauro trattato in questo articolo raccoglie le fasi operative dell'intervento sulla torre campanaria valdese di Firenze[1], posta all'angolo fra Via Alfonso La Marmora e di Via Pier Antonio Micheli. Fra il 1844 e il 1846 venne infatti edificata la prima chiesa anglicana fiorentina, dedicata alla Santissima Trinità (Holy Trinity Church), su progetto di Domenico Giraldi. A cavallo del XIX e del XX secolo, precisamente fra il 1892 e il 1904, questa venne ricostruita in stile neogotico su progetto dell'architetto scozzese George Frederik Bodley, con torre campanaria in pietra serena arricchita da otto edicole con statue di santi. Solo nel 1967 la Chiesa anglicana fu acquistata dalla Chiesa valdese. Il campanile è una torre a pianta quadrangolare, con paramento murario con conci a vista e decorazioni in pietra serena finemente lavorate (i marcapiani, l'arco rampante, le bifore e le trifore della cella campanaria, le edicole) e un coronamento superiore con merli in pietra forte. Sui quattro pilastri angolari trovano posto otto edicole con statue in marmo e in pietra calcarea raffiguranti i Santi ***Stefano*** e ***Giovanni Battista*** (su via Micheli), *Giorgio* e ***Albano*** (su via La Marmora), *Andrea* e ***Re Davide*** (verso la chiesa), *Patrizio* e ***Agostino*** (verso l'ingresso); le sculture in grassetto sono opera di Cesare Fantacchiotti[1]. Si ha testimonianza di un intervento di restauro eseguito nel 1970 [2].

Stato di conservazione

Il paramento murario, l'apparato decorativo e le statue - lungamente esposti all'azione degli agenti atmosferici - si presentavano in grave stato di conservazione (fig.1a). In particolare, la pietra arenaria degli elementi decorativi mostrava uno stato di avanzato di degrado con diffusa presenza di fessurazioni e fratture ed evidenti fenomeni di erosione, rigonfiamenti, distacchi e cadute del modellato più esposto che mettevano in luce la colorazione grigia dell'arenaria. Viceversa, le superfici compatte del paramento in pietra serena con la lavorazione originale a vista presentavano un tono caldo colore ocraceo disomogeneo.
La mancanza di un periodico programma di manutenzione aveva inoltre lungamente esposto gli elementi lapidei a depositi di particellato atmosferico con formazione di croste nere che raggiungevano, nelle zone non dilavate delle statue (fig.1a.b.c.), anche lo spessore di 8 mm circa. Si riscontrava l'estesa presenza di patine biologiche (alghe e licheni) che nel tempo avevano appesantito e scurito le superfici.
La parte inferiore del paramento (ovvero i primi due metri dal piano di calpestio) risultava segnata dal degrado antropico e da innumerevoli atti vandalici come graffiti (con bombolette spray di vari colori), incisioni, residui di collanti impiegati per l'adesione di volantini e poster, generale consunzione. A tutto questo si andavano a sommare stratificazioni di trattamenti manutentivi eseguiti con tempere, vernici, pigmenti sintetici etc. per occultare all'occorrenza le diverse manomissioni.
Gli elementi metallici presenti sui quattro prospetti, ovvero i chiodi e i ganci in ferro e le scossaline in rame, avevano determinato macchie che si erano estese per colatura sulla superfici sottostanti.

Intervento di restauro

Sono state in primo luogo eseguite indagini preliminari dall'Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra e Istituto Icvbc [3] su alcuni campioni, prelevati e selezionati al fine di caratterizzare la natura petrografica del materiali presenti, le finiture e gli eventuali trattamenti [4]. Sono emersi interessanti risultati che hanno confermato la natura dei materiali, ampiamente impiegati nell'architettura storica cittadina: pietra serena, pietra forte, marmo di Carrara, pietra calcarea per le statue. Dalle analisi sono apparsi evidenti gli elementi di degrado, ovvero le croste nere, l'ossidazione del ferro (causa del cambiamento di colore della pietra arenaria) e la probabile presenza in superficie di sostanze organiche riconducibili a trattamenti dell'ultimo intervento del 1970.



Figura 1 Prima del restauro a) torre campanaria b) Sant'Albano (dettaglio) c) San Giovanni Battista (dettaglio)

Una volta montato il ponteggio dal piano stradale fino alla merlatura, per un totale di 12 pontate, è stato possibile avviare le attività del cantiere[4], che sono state organizzate in modo da avere uno sviluppo coerente ed efficace: l'intervento si è quindi sviluppato dall'alto verso il basso ottimizzando l'operatività e la sicurezza del lavoro.
E' stato anche elaborato un cronoprogramma dettagliato per gestire la sequenza delle lavorazioni, evitando sovrapposizioni e favorendo altresì uno sviluppo lineare delle attività, che si è rivelato efficace in particolar modo per la gestione del cantiere scuola per gli allievi di restauro coinvolti [5] e per l'impiego di strumentazioni laser.
Trattandosi di superfici molto estese e considerando i ristretti tempi di programmazione, fin dalle prime fasi operative è stata definita una linea metodologica che permettesse di ottimizzare durata e modalità di esecuzione delle varie fasi, individuando aree specifiche per i saggi preliminari e sviluppando un protocollo operativo per intervenire in maniera generale su tutte le superfici e proseguire poi in maniera mirata, caso per caso, in base alle diverse problematiche.

Si è quindi iniziato a intervenire sulla pietra arenaria operando in sequenza dalla merlatura alle modanature, al paramento, alle trifore e bifore, eseguendo la spolveratura delle superfici per la rimozione dei depositi incoerenti quali particellato e guano. L'operazione è servita anche per la verifica dello stato di conservazione delle diverse superfici e della stabilità degli elementi costitutivi. E' stato in questa fase eseguito anche il trattamento degli elementi metallici, proteggendo le aree circostanti con strati di polietilene fermati con scotch di carta. In seguito, con microtrapano e spazzolini metallici, sono stati rimossi gli ossidi polverosi per poi procedere con il trattamento di conversione e vernice finalizzato a proteggerli e a evitare ulteriori processi corrosivi, nonché colature e macchie sulla superficie del paramento.
Successivamente è stato eseguito il trattamento biocida, con conseguente rimozione dei biodeteriogeni grazie a lavaggio con acqua e spazzole. Le parti non dilavate (in corrispondenza dei marcapiani, delle edicole e cornici), che presentavano croste nere spesse, sono state trattate mediante impacchi reagenti di carbonato d'ammonio e pulitura meccanica a bisturi: le operazioni non hanno mostrato risultati significativi a causa dell'interferenza dei precedenti trattamenti del 1970, che avevano compattato i depositi alla superficie lapidea.
Per le statue, dopo la spolveratura dei depositi incoerenti, è stato eseguito con maggiore attenzione il lavaggio delle superfici mediante spazzolini e piccole spugne. Le aree non dilavate dei sottosquadri del modellato, con fenomeni di solfatazione e disgregazione, e gli elementi più delicati, disgregati e in aggetto del modellato, pur in

presenza di croste nere non sono state interessate da un pre-consolidamento per non creare maggiore difficoltà nella successiva fase di pulitura laser.
Laddove il materiale si presentava compatto è stata eseguita una pulitura con metodi tradizionali, ovvero mediante rimozione meccanica degli spessori della concrezione (di 8mm) mediante microincisore a secco, seguita da impacchi localizzati con carbonato d'ammonio al 10%-15% con polpa di carta per 30 minuti, con successivo risciacquo e asportazione tramite bisturi. L'operazione è stata ripetuta fino ad assottigliare la concrezione in maniera puntuale anche nei sottosquadri del modellato (fig.2a).
Questa prima pre-pulitura generale ha permesso di individuare le zone con concrezioni particolarmente tenaci e discontinuità cromatiche dovute ai fattori di degrado, agli interventi precedenti e alle caratteristiche intrinseche dei materiali. Avendo così acquisito una mappatura completa delle diverse problematiche delle superfici sono state avviate alcune sperimentazioni per definire le metodologie più efficaci: fra queste è stato valutato l'impiego del laser, ben attestato nella pulitura di monumenti artistici in esterno, con il raggiungimento di ottimi risultati sul marmo e pietre calcaree ma raramente attestato per la pulitura dell'arenaria, eccezion fatta per i casi in pietra forte di Palazzo Rucellai[2] o dello Stemma dell'Arte della Seta presso l'Istituto degli Innocenti[3].
Questa fase ha potuto giovare della preziosa collaborazione della ditta El.En., che ha messo a disposizione le strumentazioni laser necessarie, ma anche nuovi prototipi. E' stato inoltre possibile avvalersi degli esperti El.En. [6] per definire un intervento che fosse anche utile agli allievi di restauro dell'Istituto per l'arte e per il restauro Palazzo Spinelli, coinvolti nel cantiere studio [7]. Sono state infatti svolte in modo preliminare alcune lezioni teoriche sulla tecnica laser e sui parametri di sicurezza da osservare, sperimentando grazie a esercitazioni pratiche l'utilizzo di molteplici strumentazioni e verificando gli effetti dell'emissione luminosa sui diversi materiali (manufatti scelti in gesso, pietra, marmo) caratterizzati da depositi e concrezioni. Le prove tecniche sono state effettuate sotto la costante supervisione dei docenti.

L'utilizzo della strumentazione laser è stato valutato nel tentativo di risolvere la molteplicità di casistiche sopra esposte e di garantire un intervento efficace e adeguato alla complessità del cantiere; per queste ragioni sono stati individuati due prototipi Laser compatti e maneggevoli:
Laser n°1 Thunder Compact con impulso Q-switch con l'impiego di due lunghezze d'onda: **A**) 1064 nm (durata impulso 8 ns, energie fino a 900 mJ) **B**) 532 nm (durata impulso 8 ns, energie fino a 450 mJ) e trasporto del fascio mediante braccio articolato a sette specchi. Tale strumentazione, compatta, è stata studiata appositamente per l'impiego nei cantieri essendo più leggera e facile da maneggiare (peso 60 kg - ingombro 24 x 79 x 92 cm).
Laser n°2 Blaster (fiber laser source) a 1064 nm (durata impulso 100 ns, potenza media-massima 20-50W - forma della scansione e punto linea, cerchio, brush operabile in orizzontale o verticale con una dimensione dello spot da 10-40 mm e trasporto del fascio mediante fibra ottica, con una estensione operativa fino a 3m).



Figura 2 Sant'Albano a) dopo la pulitura chimica b) con prove di pulitura laser (dettaglio) c) durante la pulitura laser

I due laser sono stati sperimentati grazie a prove preliminari[4], a seguito delle quali sono emersi alcuni interessanti risultati in termini operativi: il laser n°1 con irraggiamento λ 1064 mn (anche grazie alla dimensione dello spot) permetteva di ottenere una buona uniformità in tempi più rapidi facendo però emergere i toni caldi, mentre con λ 532 mn permetteva di intervenire con maggiore scrupolosità e la superficie assumeva toni più freddi (indotti da un effetto fotochimico con variazioni di colore e di opacità), più vicini al marmo e alla pietra serena originale e al risultato di uniformità desiderato. Il laser n°2 ha consentito di operare con ottimi regimi di

resistenza, avendo un raggio operativo capace ma bassa autolimitazione e quindi utilizzabile solo su superfici piane da un operatore attento, in grado di calibrare sapientemente la distanza funzionale per ottenere il miglior risultato (fig.2b).

Statue

Dalle prove effettuate sul marmo e sulla pietra calcarea delle statue si è osservato come l'esito migliore si potesse ottenere dall'azione combinata, con una prima applicazione **λ** 1064 mn (prova A2, fluenza 0,72-0,94 J/cm^2 ad umido) e un secondo passaggio **λ** 532 mn (prova B2, fluenza 0,40-0,52 J/cm^2 ad umido) solo dove emergevano toni caldi sulla superficie, raggiungendo cosi un ottimo risultato d'insieme.
Considerando la complessità delle superfici, quindi, è stata definita una procedura di pulitura adeguata per ogni specifico caso, avendo individuato i parametri operativi migliori per l'alleggerimento degli strati di rimozione grazie alle prove preliminari eseguite con la strumentazione Q-switch e l'impiego combinato delle due armoniche (fig.2c.). Tali parametri sono stati calibrati in relazione allo spessore e alla sequenza degli strati da rimuovere.
Durante le fasi di pulitura laser sono state eseguite continue verifiche dell'efficacia d'intervento nei punti di transizione mediante indagine visiva a luce naturale, luce radente, luce UV, Dino Lite Digital Microscope (fig 3 a.b.c.d.). E' stato così possibile conservare patine antiche, segni di lavorazione e tracce di policromia, come nel caso di della veste di Santo Stefano (dove sono emerse tracce di rossa).

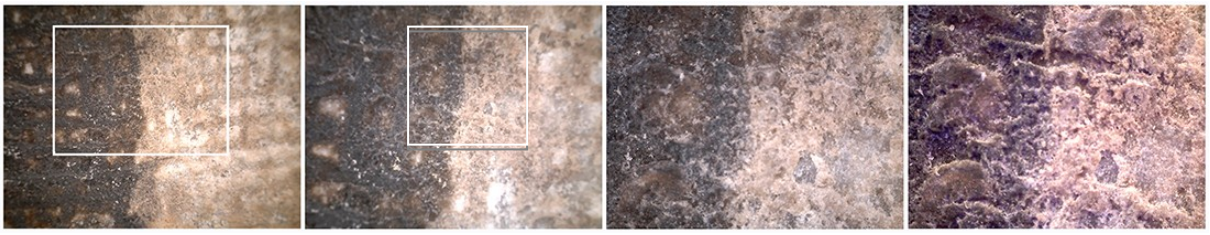


Figura 3 Dettaglio della lavorazione dell'armatura di Sant'Albano osservato durante la pulitura laser tramite Dino Lite a) Transition 100x b) Transition 200x c) Transition 400x d) Transition 400x a luce radente

Paramento

L'intervento di rimozione delle concrezioni più spesse presenti sul paramento ha previsto un'azione combinata con un primo passaggio del laser n°2 con scansione a brush e i seguenti parametri (power 60%, frequency 35 K Hz, scan speed 5mt/sec, size 30mm) per rimuovere lo strato più spesso; l'applicazione è stata eseguita con vari passaggi a secco fino ad assottigliare lo strato in maniera uniforme, distinguibile dall'affioramento degli strati sottostanti di ossalato identificabili con il raggiungimento dei toni ocra (fig.4 a.b.).
Una volta rimossi gli strati più spessi si è proceduto a rifinire le superfici mediante l'utilizzo del laser n°1 con **λ** 532 mn e fluenza 0,34 – 0,39 J/cm^2 inumidendo l'area trattata e diversificando energia, frequenza e diametro dello spot a seconda della tipologia delle superfici e delle alterazioni (fig.4 c.).



Figura.4 a) Test di pulitura laser b) Durante la pulitura laser c) Dopo la pulitura laser

Durante le fasi più significative della pulitura laser del paramento e degli elementi in pietra serena sono stati prelevati campioni di transizione per eseguirvi analisi comparative e osservare i livelli di rimozione raggiunti per la validazione della pulitura: in prima istanza è stato impiegato un microscopio digitale 3D^5 [5] che ha verificato la tridimensionalità della superficie e del profilo estratto lungo la direzione scelta (in rosso); successivamente è

stato preso di riferimento il profilo per la realizzazione della sezione lucida trasversale, ottenuto con precisione mediante levigatura e osservato in microscopia ottica. Nelle seguenti immagini è riportato un esempio dalle analisi condotte sul campione n°7 (fig.5 a.b.) durante la pulitura laser: l'analisi è stata eseguita per gradi al fine di poter valutare l'andamento della pulitura e gli effetti dell'interazione dello strumento sia sulla concrezione sia sugli strati originali della superficie.
L'impiego delle due diverse metodologie analitiche ha permesso di verificare l'assottigliamento graduale della crosta nera fino alla sua rimozione, senza alcuna modifica della superficie sottostante e preservando gli strati originali.

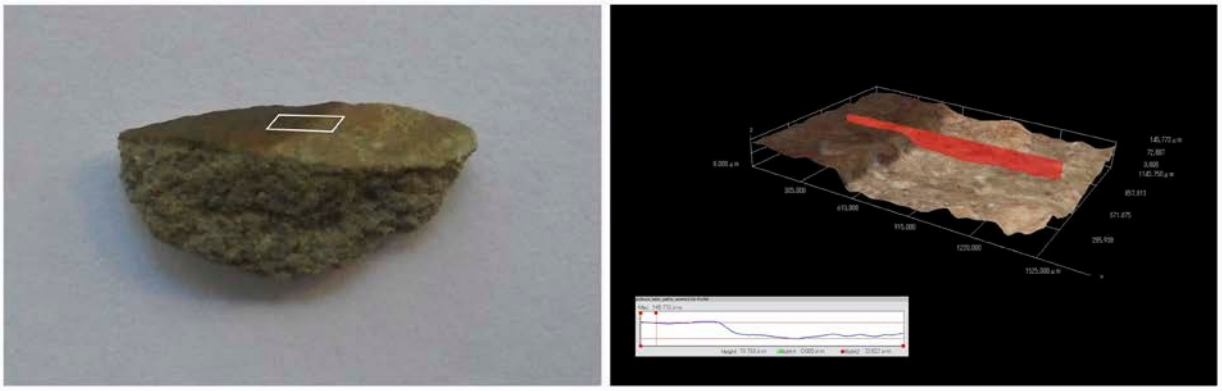


Figura.5 Campione n°7 a) Transizione della pulitura laser b) Microscopia digitale 3D della transizione di pulitura laser

Fascia inferiore del paramento con graffiti
Sui conci restava evidente la presenza di graffiti e manomissioni antropiche. E' stato quindi eseguito un intervento di prepulitura chimica mediante impacchi reagenti, che hanno alleggerito e parzialmente rimosso gli strati, sebbene alcuni residui e aloni siano rimasti visibili a causa della dispersione delle vernici.
Per la rimozione dei graffiti con vernice spray particolarmente spessi si è proceduto per fasi, assottigliando prima gli strati con un'applicazione laser e facilitando così la rimozione totale della vernice mediante solventi. Gli strati più spessi sono stati quindi abbassati con una prima applicazione con il laser n°2, impiegando la forma della scansione a cerchio con i seguenti parametri (power 70%, frequency 35 K Hz, scan Speed 5mt/sec, Size 20mm); una volta uniformati gli spessori si è proceduto con un secondo passaggio con parametri più bassi - per non intaccare la superficie - con la forma della scansione a brush utilizzato in verticale e a cerchio (power 50%, frequency 50 K Hz, scan speed 1mt/sec, size 40 mm), senza arrivare alla superficie lapidea (fig.6 a.b.c.). Si è quindi intervenuti mediante azione chimica, saturando prima la porosità della pietra con acqua deionizzata (questa precauzione impedisce che una parte anche minima delle vernici, nel momento in cui queste si sciolgono, penetri in profondità) e passando poi un piccolo tampone con una miscela di solventi preliminarmente testata e variata in base alle diverse vernici da rimuovere, facendo attenzione a non uscire dai perimetri delle vernici e ripetendo l'azione fino a completa asportazione.

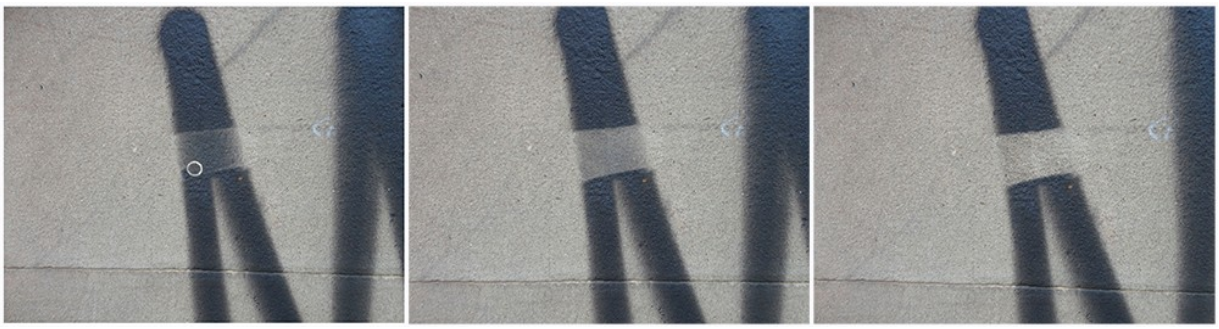


Figura 6 Fasi operative a) Prima fase pulitura laser con la forma a cerchio della scansione b) Seconda fase pulitura laser c) Politura chimica

Consolidamento superficiale
Terminata la fase di pulitura su tutte le superfici è stato eseguito il consolidamento delle superfici, mediante l'applicazione di silicato d'etile diluito in percentuali diverse, valutate caso per caso sulla base delle caratteristiche lapidee. Il prodotto è stato applicato a pennello e per iniezione nelle fessurazioni fino a imbibizione e rifiuto, tamponando gli eccessi (fig.7 a.b.c.). Ove necessario, soprattutto per l'arenaria che si

presentava molto arida, l'operazione è stata ripetuta dopo 2-3 settimane fino a completo consolidamento di tutte le superfici.



Figura 7 San Patrizio durante le fasi di consolidamento a) prima b) durante c) dopo

Stuccature

Si è proceduto quindi a colmare le discontinuità macroscopiche con la riadesione e la colmatura di esfoliazioni e scaglie parzialmente distaccate e la risarcitura di tutte le micro e macrofratture e fessure, con l'obiettivo di aumentare la resistenza meccanica delle superfici e di impedire l'accesso al loro interno dell'acqua piovana, dell'umidità atmosferica, dei depositi di particellato atmosferico e di soluzioni aggressive, rallentandone così il deterioramento. Sono dunque state eseguite stuccature localizzate sia delle superfici in arenaria sia dei giunti mediante impasti di legante (calce e una piccola percentuale microemulsione acrilica) e inerte (sabbia silicea con polvere di pietra serena) dalle caratteristiche simili a quelle del materiale da trattare per cromia, grana, resistenza meccanica. Tali interventi sono stati eseguiti con colmatura a livello. Per favorire la buona riuscita dell'operazione la superficie interessata dall'intervento è stata preventivamente inumidita. Una volta avviato l'indurimento della malta, la superficie è stata tamponata con spugne per rimuovere gli eccessi del legante, facendo così emergere la grana dell'inerte e raggiungendo i toni della superficie originale.

Protezione

Infine, su tutta la superficie lapidea, è stato applicato a pennello un protettivo a base di organosilossani oligomeri addizionati con biocida al 3% per rallentare la neoformazione dei biodeteriogeni.
Il risultato complessivo è stato decisamente apprezzabile, (Fig.8 a.b.c.), con piena soddisfazione della committenza e degli allievi coinvolti, che hanno potuto arricchirsi di un'esperienza formativa a 360°.

Conclusioni

L'intervento di restauro della torre campanaria della Chiesa Valdese è stato possibile grazie a uno studio approfondito delle problematiche presenti e a una sapiente organizzazione del lavoro, che ha ottimizzato le fasi operative del cantiere combinando l'azione di metodi tradizionali (come impacchi chimici) e innovativi, quali l'utilizzo di strumentazione laser.
In particolare, già dalle preliminari prove di pulitura laser è stato possibile ottenere risultati particolarmente interessanti, accertando la presenza di patine di ossalati, di finiture e cromie e rilevando le tracce di tecniche e lavorazioni originali. Inoltre, il laser ha consentito una pulitura approfondita delle superfici più grezze dei materiali costitutivi, quali la pietra serena e il marmo alterato: il laser Thunder Compact, studiato specificamente per un uso sul cantiere, si è rivelato performante nell'impiego e di agevole uso, mentre il laser Blaster si è dimostrato efficiente per la pre-pulitura nell'assottigliare e rimuovere le spesse croste nere e le vernice sintetica. Ciò nonostante, questa tecnologia laser non sarebbe stata così efficace se non fosse stata combinata con i metodi di pulitura tradizionali. In effetti, gli impacchi di carbonato d'ammonio e il semplice impiego dell'acqua sono stati di grande aiuto all'azione del fascio laser sulla pietra, per ridurre lo spessore delle concrezioni.
La combinazione attenta delle diverse metodologie e degli diversi strumenti durante l'intervento, resa possibile grazie alla stretta e costante collaborazione fra le diverse professionalità coinvolte nel cantiere, ha così permesso

di acquisire ulteriori elementi di conoscenza e di ottenere ottimi risultati, riordinando le superfici architettoniche e restituendo un'unità di lettura del testo storico nel rispetto dei diversi materiali e delle tracce presenti.



Figura.8 Dopo l'intervento di restauro a) torre campanaria b) Sant'Albano c) San Sebastiano, Sant'Albano, Sant'Andrea

NOTE

[1] L'intervento di restauro del campanile della Chiesa Valdese, voluto dalla comunità Valdese, e sponsorizzato dalla Banca Cassa di Risparmio di Firenze, è stato progettato e diretto dell'Arch. Maria Di Benedetto, con la collaborazione dell' Arch. Filippo Nobili e l'Ing. Piero Caliterna
Coordinatore per la Committenza - Dr. Andrea Todorow
Soprintendenza Soprintendente - Dr. Andrea Pessina ed il suo predecessore, Arch. Alessandra Marino Funzionario competente di zona - Arch. Hosea Scelza ed il suo predecessore, Arch. Vincenzo Vaccaro con la D.ssa Brunella Teodori.
[2] The Holy Trinity Church su firenzevaldese.chiesavaldese.org. URL consultato il 04 aprile 2016
[3] Indagini diagnostiche: Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra: Prof. Carlo Alberto Garzonio, Dott. Daniele De Luca - Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Icvbc: Prof. Piero Tiano, Dott. Fabio Fratini e Dott.ssa Emma Cantisani.
[4] Dai campioni prelevati sono state ottenute sezioni lucide per l'osservazione al microscopio stereoscopico e sezioni sottili (spessore 30 μm) per la caratterizzazione tramite microscopia ottica.
[5] Microscopio digitale 3D[1] KH 7700 Hirox. Lo strumento consente di ottenere un dettagliato rilievo micro-morfologico tridimensionale a colori delle superfici esaminate, con la possibilità di effettuare misurazioni lineari ed angolari secondo gli assi x, y e z. Gli obiettivi intercambiabili di cui è dotato permettono di disporre di una gamma di ingrandimenti da 20x a 7000x. Si ringraziano per la disponibilità il Dott. Marco Giamello, il Dott. Jacopo Crezzini e il Dott. Francesco Boschin, Università degli Studi di Siena.
[6] Opere di restauro Lotto 1 (Torre campanaria) Geom. Gino Carli - Ditta Resco - con il Dott. Stefano Landi e la Dott.ssa Bettina Lucherini
[7] Si ringraziano il Dott. Alessandro Zanini e la Dott.ssa Laura Bartoli della ditta El.En Spa. per la preziosa collaborazione e il supporto tecnico.
[8] Gli allievi del corsi triennali di Restauro materiali lapidei e mosaico dell'Istituto per l'Arte e il Restauro Palazzo Spinelli di Firenze: Ludovica Federici, Lucrezia Coletta, Diletta Fossi, Simona Rindi, Sara Bessi, Alejandro S. Guevara Jaramillo, Francesca Menchi, Camilla Puccetti.

BIBLIOGRAFIA

1. Artini Alessia, *Chiesa Evangelica Valdese, Comunità di Firenze: Archivio Storico*, Polistampa, Firenze, 2008, pp.22-31
2. Pini Roberto, Salimbeni Renzo, *Prove di pulitura sulla facciata di Palazzo Ruccellai a Firenze* in *Tecniche e sistemi laser per il restauro dei beni culturali*, Nardini, Firenze, 2001, pp.125-129
3. Landi Stefano, Mazzocchi Eleonora, Giamello Marco, Mugnaini Sonia, Osticcioli Iacopo, Scala Andrea, Siano Salvatore, *Intervento di restauro sullo stemma dell'arte della Seta conservato nell'Istituto degli Innocenti di Firenze* in Anna Brunetto, atti del convegno APLAR 4, il prato, Vicenza 2012, pp.33-44
4. UNI 11187 (2006) *Beni culturali. Materiali lapidei naturali ed artificiali - Pulitura con tecnologia laser*.
5. Boschin Francesco, Crezzini Jacopo, *Morphometrical analysis on cut marks using a 3D digital microscope*, Int. J. Osteoarchaeol., 2012, 22.5, pp. 549-562

DIPINTO SU TAVOLA "TRE SANTE MARTIRI": IL RESTAURO CONSERVATIVO DI UN SUPPORTO LIGNEO GRAVEMENTE DANNEGGIATO

Antonella Fertitta *, Antonella Tumminello **, Cristina Catanzaro*, Bartolomeo Megna****, Giovanni Travagliato*******

*Restauratrice dei Beni Culturali, PFP2, settore 3,4,5, Cefalù (PA), antonella.fertitta@gmail.com
** Restauratrice dei Beni Culturali, docente laboratorio di restauro manufatti dipinti su supporto ligneo, LMR/02, Università degli Studi di Palermo, Palermo, antonella.tumminello@libero.it
*** Restauratrice dei Beni Culturali, coordinatore laboratorio di restauro dipinti su tela e tavola, CCR La Venaria Reale, Torino, cristina.catanzaro@centrorestaurovenaria.it
****Ricercatore, Dipartimento di Ingegneria, Università degli Studi di Palermo, Palermo, bartolomeo.megna@unipa.it
*****Professore associato, Dipartimento di Cultura e Società, Università degli Studi di Palermo, Palermo, giovanni.travagliato@unipa.it

Abstract

Il presente lavoro descrive l'intervento conservativo svolto sul dipinto su tavola raffigurante "*Tre Sante Martiri*", eseguito secondo il consolidato principio di un approccio multidisciplinare tecnico e scientifico.
Il manufatto, realizzato con la tecnica ad olio e risalente al XVII secolo, è di proprietà del Comune di Cefalù, pervenuto a seguito di lascito testamentario da parte di un nobile collezionista dell'Ottocento, l'avvocato Vincenzo Cirincione, ed è conservato presso il locale Museo intitolato ad "Enrico Piraino barone di Mandralisca". La prima parte dell'intervento ha riguardato lo studio degli aspetti storico-artistici, dei materiali e delle tecniche esecutive, degli interventi pregressi di restauro e dei fattori di degrado rilevati sul dipinto. Tali analisi sono state supportate dall'applicazione di indagini non invasive (multispettrali: UV, IR; IR falso colore,, spettroscopia in fluorescenza a raggi X) e microinvasive realizzate su campioni erratici (spettroscopia Raman e microscopia ottica su sezioni trasversali). Il prelievo diretto di campioni invece è stato finalizzato allo svolgimento delle indagini volte all'identificazione della specie legnosa, realizzata con il metodo delle chiavi dicotomiche, nonché di colonie microbiche e/o di infestazione da insetti, in atto o pregresse, effettuata con la tecnica della microscopia ottica. L'intervento di restauro è stato oggetto di una riflessione critica in particolare sui materiali consolidanti e adesivi da utilizzare per garantire il raggiungimento della conservazione, attenta alle istanze estetica e storica, dell'opera. Le operazioni hanno permesso il recupero di un bene fortemente danneggiato e si sono concluse con un progetto di ricollocazione del dipinto all'interno del percorso museale.

Introduzione



Figura 1 - Proiezione ortogonale delle sezioni laterali e frontali, *verso* e *recto* del dipinto su tavola.

Il manufatto, opera di un anonimo pittore, raffigura tre Sante Martiri ma, a causa del pessimo stato di conservazione, solo due di esse sono visibili. Le Vergini sono rappresentate in posizione eretta, con la testa leggermente ruotata di tre quarti verso sinistra, tengono in mano una palma - emblema del loro martirio – e i rispettivi simboli iconografici **[1].** A destra nel dipinto è possibile identificare Santa Lucia, riconoscibile dalla

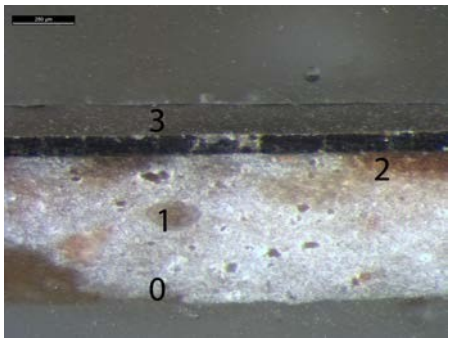
patera con gli occhi. La Santa centrale innalza invece una pisside ma, a causa delle diverse aree in cui è assente la pellicola pittorica, la sua identificazione rimane incognita. L'indagine con la riflettografia infrarossa (IR2) **[2],** supportata dalla ricerca iconografica e dal raffronto con stilemi simili locali, ha delineato in modo evidente i simboli iconografici e la figura zoomorfa ai piedi della Santa, ipoteticamente associata ad un drago o ad un diavoletto. Si è pertanto individuata una probabile somiglianza con le sante Marta o Margherita, rappresentate spesso con questo attributo iconografico **[3]**. Della terza Santa, in parte perduta, si intravede solo la palma simbolo del martirio.





Figura 2 e 3 - Riflettografia Infrarossa (IR2) che ha permesso di delineare il disegno di preparazione nonché tutti i particolari iconografici delle Sante (a destra part. di Santa Lucia), i panneggi, la balaustra e la figura zoomorfa al margine inferiore.

L'opera si inquadra nell'ambito di quella vasta produzione manierista di lontana influenza bizantineggiante, per devoti occidentali, che va sotto il nome generico di pittura "cretese-veneziana" o "dei madonneri", nella quale viene decisamente superata la statica frontalità delle icone bizantine. Essa fu molto diffusa anche in Sicilia tra il Cinquecento ed il Seicento soprattutto tra le comunità greco-albanesi **[4].** Del manufatto esiste soltanto un'esile bibliografia che riconduce alla figura dell'avvocato Cirincione, ricco collezionista che visse a cavallo tra l'Ottocento e il Novecento a Cefalù **[5].** Non conoscendo la provenienza originaria né l'autore del dipinto, la ricostruzione degli eventi del passato è stata delineata indirettamente attraverso le note che ritroviamo tra le righe degli storici e delle ricerche di archivio **[6]**. Come si evince dalla composizione figurativa e dal piccolo formato rettangolare (altezza 35 cm, larghezza 29 cm), la tavola poteva probabilmente far parte di un'opera composita, quale un mobile da sagrestia, una cantoria o una predella di polittico, come si può desumere dal confronto con altri manufatti locali simili **[7].** In effetti, proprio questi apparati figurativi e decorativi, in passato, hanno subito mutilazioni e modifiche dimensionali: in particolare, proprio i pannelli che componevano le predelle erano gli elementi più facilmente staccati, separati e quindi introdotti nel mercato antiquario e nel mondo del collezionismo. Il supporto è costituito da un'unica tavola di legno di abete rosso - *Picea Abies* -, dello spessore di circa 8 cm a taglio mediano sub-radiale ed orientamento verticale. La specie lignea è stata identificata, come specificato, il metodo delle chiavi dicotomiche, tramite prelievo di sezioni sottili di microcampioni, prelevate direttamente sulla tavola mediante una lama flessibile da rasoio al fine di minimizzare il campionamento **[8**]. Diversamente dalla tecnica tradizionale, manca lo strato di *impannatura*; si nota invece un'*ammanitura* molto spessa e grossolana, applicata direttamente sul lato esterno del taglio **[9]**. Esaminata una sezione trasversale ottenuta da un campione erratico, si è notata una stratigrafia costituita da due strati, quello inferiore (S.0) di colore chiaro relativo allo strato di preparazione e quello superiore (S.3) riferibile alla pellicola pittorica. Attraverso la spettroscopia Raman, effettuata su campioni erratici, è stato possibile identificare l'inerte dello strato di preparazione **[10].** Si tratta di una tecnica tradizionale a base di solfato di calcio biidrato, mentre il legante è probabilmente una colla organica di cui non conosciamo l'esatta natura **[11].**



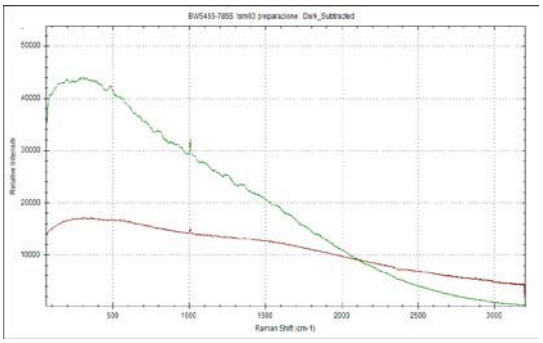


Figura 4 e 5 - Sezione stratigrafica degli strati pittorici. S.0, strato di preparazione, S.1 porosità, S.2, resina, S.3 pellicola pittorica. Spettro di analisi Raman della preparazione a base di gesso.

Tramite [illegible] è stata [illegible] a pittorica e dalla conformazione della crettatura, è ipotizzabile la presenza del legante oleoso della tecnica ad olio. A conferma di ciò, tramite l'osservazione della superficie a luce radente è possibile osservare i segni lasciati dalle setole del pennello, la corposità e la consistenza di alcune pennellate.

Lo stato di conservazione

Attraverso un'attenta osservazione diretta, la documentazione fotografica (eseguita in luce visibile, luce radente e fluorescenza UV) e le indagini diagnostiche specifiche, si sono acquisite informazioni che hanno portato alla deduzione delle cause che hanno compromesso lo stato di conservazione dell'opera. L'indagine entomologica, effettuata mediante analisi microscopica sulle tracce di rosume e camere puparie **[13]**, ha confermato che il grave indebolimento dell'intera struttura è stato causato dalla presenza di numerose gallerie e fori di sfarfallamento prodotti dal susseguirsi di diverse infestazioni, e in particolare da un intenso attacco di insetti xilofagi - *Coleotteri, Anobiidae* –; a conferma di ciò, il ritrovamento di diverse esuvie di larve di *Dermestiti*, i quali si nutrono proprio dei suddetti insetti. La tavola presenta un imbarcamento che segue l'andamento degli anelli di accrescimento. Inoltre, assume una configurazione che viene definita in letteratura "ad ali di gabbiano" **[14]**, dovuta alla presenza di una fessura centrale che ha dato luogo ad un cedimento strutturale. Questa deformazione è stata causata da condizioni ambientali non ideali per la conservazione, in particolare dai continui cambiamenti dell'umidità relativa nel corso del tempo. Sul supporto sono presenti inoltre altre gravi fessurazioni, una delle quali passante, visibile nell'angolo in basso a sinistra, che ne ha generato il disallineamento. La contrazione delle fibre del legno ha avuto naturalmente ripercussioni anche sulla superficie pittorica, provocandone la perdita e compromettendo notevolmente la lettura del soggetto rappresentato. Gli strati di preparazione presentano numerose lacune e problemi di coesione e di adesione diffusi maggiormente lungo il lato sinistro e il lato superiore e centrale. La pellicola pittorica, oltre ad una crettatura irregolare e diffusa, presenta lacune di diversa estensione ed accentuati difetti di adesione, osservabili mediante illuminazione a luce radente, soprattutto lungo la fessurazione centrale e il lato inferiore sinistro. Vi sono anche testimonianze di un precedente intervento di restauro riferibile a diverse ridipinture sovrapposte alla pellicola pittorica e, in ultimo, da uno spesso strato di vernice finale, invecchiato e polimerizzato, non coevo al dipinto, il quale, ad un'attenta indagine diagnostica in fluorescenza UV **[15]**, risponde alla radiazione con colorazione giallo-verde particolarmente intensa, tipica delle resine naturali. L'interpretazione dei materiali utilizzati fa ipotizzare che questi interventi furono realizzati nel XIX secolo.





Figura 6 e 7 - Indagine fotografica a luce radente del *verso* e *recto* del dipinto su tavola.

Intervento di restauro

Lo stato di fatto del manufatto ha reso problematica la scelta critica dei prodotti e dei metodi da applicare durante le fasi dell'intervento di restauro. Le scelte metodologiche si sono concentrate sulla conservazione strutturale del supporto ligneo, sulla coesione degli strati preparatori e sul ripristino dell'adesione tra il supporto e gli strati pittorici. L'obiettivo principale è stato quello di fornire una microstruttura di ausilio e sostegno al dipinto, in modo tale che la tavola possa continuare ad assolvere la sua funzione di supporto. Durante le fasi di lavoro sono stati tenuti sotto controllo i parametri termoigrometrici del laboratorio dove si è svolto l'intervento. Di conseguenza, è stata effettuata una campagna di monitoraggio di un anno **[16],** degli stessi parametri, nelle sale del museo in cui il manufatto sarebbe stato successivamente esposto **[17]**.
Operazione preliminare è stata quella di ristabilire l'adesione tra il supporto e lo strato di preparazione, in modo da mettere in sicurezza gli strati pittorici **[18]**. La difficoltà principale ha riguardato il riposizionamento di tutte le scaglie di colore che si presentavano staccate e/o sollevate.
L'intervento è stato effettuato iniettando una dispersione acquosa di resina acrilica **[19]** al 5% diluita in una soluzione idroalcolica con l'aggiunta di un etere di cellulosa **[20]** che, grazie alla sua alta viscosità, permane maggiormente tra gli strati da far riaderire e riduce il rischio di una diffusione incontrollata della resina nel substrato. Generalmente, per far aderire le scaglie di colore, dopo la penetrazione dell'adesivo, si effettua una leggera pressione interponendo un foglio di Melinex™, tuttavia, in questo caso, a causa dell'estrema fragilità della pellicola pittorica, che rischiava la rottura alla minima sollecitazione, è stato necessario realizzare una protezione del colore applicando una velinatura con ciclododecano puro **[21]**, fuso a bagnomaria, steso localmente in corrispondenza delle zone danneggiate con la funzione di creare una sorta di "strato cuscinetto" con lo scopo di ammortizzare la pressione meccanica.





Figura 8 e 9 – Riposizionamento frammento degli strati pittorici staccato e velinatura con ciclododecano puro fuso a bagnomaria.





Figura 10 e 11 - Adesione con dispersione acquosa di resina acrilica al 5% in soluzione idroalcolica con aggiunta di Klucel® e successiva pressione con una spatola interponendo un foglio di Melinex™.

La stessa resina acrilica è stata utilizzata per l'adesione tra lo strato di preparazione e la pellicola pittorica. Anche in questo caso vi era il rischio di rottura delle scaglie di colore parzialmente sollevate; per ripristinare la planarità originale del sottile strato si è utilizzato un elettrocauterio, interponendo carta giapponese e un foglio di Melinex™. La temperatura, lievemente superiore alla Tg della resina utilizzata **[22]**, e la leggera pressione hanno favorito la penetrazione dell'adesivo e la perfetta riadesione delle lamine di colore.




Figura 12 e 13 - Intervento di adesione tra strato di preparazione e pellicola pittorica con l'apporto di calore di un elettrocauterio.

I difetti di coesione dello strato di preparazione sono stati risolti con una microdispersione acrilica in soluzione idroalcolica **[23]**, stesa nei punti che risultavano particolarmente decoesi soprattutto in corrispondenza della fessurazione centrale.
Il consolidamento del supporto ligneo è stato effettuato con una resina alifatica a basso peso molecolare **[24]** ampiamente analizzata in recenti studi di settore **[25].** Sono state preparate tre soluzioni a varie percentuali, stese sul supporto mediante pennellessa, al fine di migliorare la penetrazione e raggiungere tutto lo spessore **[26]**.
La scelta è ricaduta sulla resina adottata a seguito di attente valutazioni in relazione alle proprietà chimico-fisiche, al diffuso degrado del supporto e allo spessore dello stesso. Pertanto, si è preferito avvalersi di un consolidante più stabile, in grado di conferire nuovamente coesione alla struttura lignea. Esso è stato sciolto in un solvente idrocarburico a media volatilità **[27]**, al fine di garantire una buona ritenzione della soluzione all'interno del materiale e di evitare che una rapida evaporazione riportasse in superficie parte del soluto.

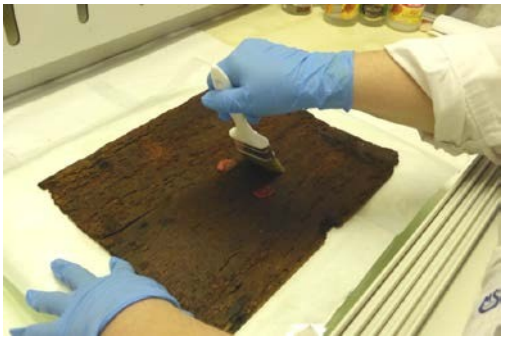



Figura 14 e 15 - Consolidamento del supporto ligneo con tre soluzioni a varie percentuali e stese sul supporto mediante spennellamento.

In questa fase, grazie alle limitate dimensioni del supporto, è stato possibile, pesando il dipinto, esaminare l'effettivo processo di consolidamento e la quantità di resina trattenuta all'interno della porosità del legno. Con l'ausilio di una bilancia analitica, il manufatto è stato pesato prima e dopo l'operazione; al raggiungimento di una massa costante si può ritenere concluso il processo di evaporazione del solvente, per cui nel supporto rimane solo il coesivo il quale inizierà la fase di coalescenza delle catene dei polimeri. Dall'analisi dei dati si è accertato un aumento di peso di circa il 10%, indicativo della quantità di resina contenuta all'interno dell'asse lignea consolidata.
Infine, si sono svolte le operazioni di risanamento del supporto, che possiamo riassumere in due fasi principali.
Il primo intervento strutturale è consistito nella preparazione di tasselli in legno di balsa - *Ochroma piramidale* - destinati a risanare le fessurazioni, compresa quella passante nell'angolo inferiore sinistro, al fine di ripristinare la continuità e stabilità del supporto. Infine, per limitare le vie di accesso a polvere ed insetti e garantire una generale uniformità, sono stati riempiti, sia dal *verso* che dal *recto*, mediante uno stucco preparato con polvere di legno ed etere di cellulosa **[28]** come legante, i numerosi fori di sfarfallamento e i camminamenti prodotti dall'attività metabolica e vitale dell'insetti infestatori del legno. Infine, tramite velature ad acquarello, si sono raccordati cromaticamente gli inserti di balsa e lo stucco, creando un fondo omogeneo che facesse risaltare sul *recto* il tessuto pittorico.

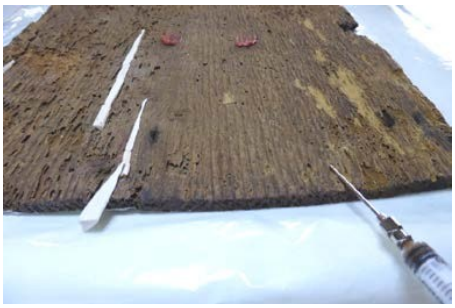




Figura 16 e 17 – Particolare del riempimento di un foro di sfarfallamento e visione generale del *verso* alla conclusione delle operazioni di risanamento delle fessurazioni con tasselli di balsa e riempimento delle lacune con polvere di legno ed etere di cellulosa.

Messo in sicurezza il supporto, è stato possibile proseguire con le successive operazioni di restauro, rimozione della vernice superficiale ossidata, non originale, e delle ridipinture già citate. L'intervento si è concluso con la fase di stuccatura **[29]**, di reintegrazione pittorica delle lacune e delle abrasioni e con la stesura di una vernice finale protettiva **[30]**. Sul *verso* è stata stesa un miscela protettiva a base di cera **[31]** e permetrina **[32]** al 10% in idrocarburo alifatico per garantire, tramite il principio attivo del biocida, una protezione del legno da un prossimo attacco entomatico; la cera, invece, satura la superficie e garantisce la protezione del supporto dall'azione di agenti atmosferici esterni. L'ultimo passo è stato un progetto di ri-musealizzazione del dipinto all'interno del percorso espositivo, in funzione del controllo dei parametri termoigrometrici effettuati nel corso di un anno intero, i cui risultati hanno indicato che la sala individuata per l'esposizione è un luogo adeguato per la conservazione di un bene così fragile.





Figura 18 e 19 – Dipinto su tavola *"Tre Sante Martiri", verso* e *recto*, dopo il restauro

Conclusioni

Il restauro del dipinto "Tre Sante Martiri" ha permesso di restituire alla comunità e alla storia locale un piccolo manufatto conservato nei depositi del Museo Mandralisca di Cefalù ed ora nuovamente fruibile da parte dei visitatori. Il presente studio ha descritto l'approccio critico e metodologico adottato nei confronti di un manufatto con un supporto ligneo particolarmente danneggiato. Le indagini preliminari e lo studio diretto hanno rivelato la complessa vicenda conservativa dell'opera. I gravi danni del supporto, come la fessurazione centrale, la perdita di planarità e l'intenso attacco entomologico, si erano rimarcati sulla superficie dipinta tanto da causare la perdita e la deadesione di parte di essa. Per porre in sicurezza i lacerti di pellicola pittorica si è svolto, dapprima, un meticoloso intervento di riadesione che ha interessato le interfacce tra il supporto, lo strato di preparazione e la pellicola pittorica; operazione senza la quale non sarebbe stato possibile procedere con le fasi pulitura. In seguito, si è articolato il processo di risanamento e consolidamento del supporto tramite valutazione critica dei prodotti, delle metodologie applicative e controllo della percentuale di resina penetrata nella porosità del legno, al fine di ripristinare la stabilità della tavola e il sostegno agli strati pittorici sovrastanti. La complessità dell'intervento, in

una condizione decisamente articolata di restauro, e il risultato raggiunto, tramite un approccio interdisciplinare tra restauratori, biologi, chimici e storici dell'arte, ha permesso, di volta in volta, di prendere decisioni prudenti, attraverso un processo non invasivo, nel pieno rispetto del dipinto e della sua sicurezza.

NOTE

[1] Le sante sono abbigliate con elementi tipici della scuola cretese, evidenti nel trattamento dei panneggi e nella bordura dorata del manto, delle vesti e dello scollo quadrato; tali bordature definiscono anche i simboli iconografici e le cuffie che ornano il capo aureolato delle medesime. Il panneggio di colore scuro posto alle spalle della Santa centrale e la balaustra sullo sfondo della scena denotano la ricerca di un'ambientazione spaziale di tipo occidentale, ben lontana dai fondi oro delle icone bizantine.
[2] Indagini multispettrali eseguiti dal Lab. di Fisica del Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro di Palermo (C.R.P.R.), responsabile arch. R. G. Merlino.
[3] *Bibliotheca Sanctorum*, Istituto Giovanni XXIII della Pontificia Università Lateranense, Roma 1965, *ad voces* "Santa Margherita", col. 76, e "Santa Marta di Betania", vol. VIII, coll. 1202-1218.
[4] Relazione storico-artistica curata dal dott. Vincenzo Abbate, Curatore scientifico del Museo Mandralisca di Cefalù; Travagliato G., *Icona graece, latine imago dicitur: culture figurative a confronto in Sicilia (secc. XII-XIX)*, in *Tracce d'oriente*, catalogo mostra a cura di Di Natale M.C., Palermo 2007, p. 41. Approfondimento sui "madonneri": Bettini S. *La pittura di icone cretese-veneziana e i madonneri*, Padova 1933; Chatzidakis M., *La peinture des "madonneri"ou "vénéto-crétoise" et sa destination*, in «*Venezia centro di mediazione tra Oriente e Occidente (Secoli XV-XVI). Aspetti e problemi*», vol. II, Firenze 1997, pp. 673-690; Sgarbi V., Barbera G., *Palazzo Bellomo*, Palermo 1994, p. 29.
[5] Marino N., *Vincenzo Cirincione*, Cefalù 2003; Margiotta R. F., *ad voces* "Cirincione Vincenzo" e "Piraino Enrico di Mandralisca", in *Dizionario per il collezionismo in Sicilia*, *Artificia Siciliae – Arti decorative siciliane nel collezionismo europeo*, a cura di Di Natale M.C., Milano 2016, pp. 311, 327.
[6] Testamento redatto il 1 settembre 1862 (Marino N., *Vincenzo Cirincione*, Cefalù 2003, p. 44. In nota «*119* – verbale del 2 Giugno 1879 f. 17 n° 63, Verbali 1951, f. 65»); *Verbale di consegna* del 28 maggio 1879 redatto dal Notaio Giuseppe Gaetano Pernice di Cefalù n° 63 (Marino N., *Vincenzo Cirincione.*…, p. 56); Comune di Cefalù - Ordinanza del 21 luglio 1933, trasferimento delle opere dai locali del Comune presso la sede del Museo Mandralisca di Cefalù (Marino N., *Vincenzo Cirincione.*…, p. 29); *Verbali di Consegna 1951, inv. 119/126* (Marino N., *Vincenzo Cirincione.*…, p. 68); La Calce C., *La famiglia Spinola a Cefalù*, 2016, consultabile sul sito http://www.qualecefalu.it (consultato il 27 giugno 2017); Palizzolo Gravina V., *Il Blasone in Sicilia – Raccolta araldica con dizionario delle famiglie nobili siciliane*, Palermo 1871-1875, p. 278; *Relazione storico-artistica* del dott. Vincenzo Abbate, Curatore scientifico del Museo Mandralisca di Cefalù.
[7] Termotto R., *Collesano - La basilica di S. Pietro*, Castelbuono 1992, p. 54; Termotto R., *Artisti e Artigiani a Cefalù. Ricerche di archivio*, in *Arte e Storia Madonie – Studi per Nico Marino*, Vol. IV-V, p. 79; Pugliatti T., *Pittura del Cinquecento in S*icilia. *La Sicilia occidentale 1484-1557*, Palermo 1993, pp. 83-101; Travagliato G., *Icona graece, latine imago dicitur: culture figurative a confronto in Sicilia (secc. XII-XIX)*, in *Tracce d'oriente*, catalogo mostra a cura di Di Natale M.C., Palermo 2007, p. 53; Travagliato G., *Santa Lucia - frammento di polittico*- in *Il Museo Diocesano di Catania*, a cura di Vitella M., Catania 2017, p. 162.
[8] Indagine condotta dall'ing. Bartolomeo Megna, presso il Lab. di Materiali per il Restauro e la Conservazione dell'Università di Palermo (La.Ma.R.C.).
[9] Ciatti M., Castelli C., Santacesaria A, *Dipinti su tavola - la tecnica e la conservazione dei supporti*, Firenze 1999, p. 48; Cennini C., *Il libro dell'arte*, a cura di Frezzato F., Vicenza 2003, *ad voces* "*impannatura"* (Cap. CXIV <CXIIII>, p. 144) e "*ammannitura"* (Capp. CXV-CXVI, pp. 144-145).
[10] Le indagini rispettivamente della sezione stratigrafica degli strati pittorici e dell'analisi in spettroscopia Raman sono state condotte dall'ing. Bartolomeo Megna, presso il La.Ma.R.C. dell'Università di Palermo.
[11] Mattini M., Moles A., *Tecniche della pittura antica. Le preparazioni del supporto*, in "Kermes", 4, Firenze 1989, p. 52.
[12] Indagini multispettrali eseguiti dal Lab. di Fisica, presso il C.R.P.R., responsabile arch. R. G. Merlino.
[13] Indagine entomologica condotta dal Lab. di Biologia, C.R.P.R., responsabile dott.ssa Rosa Not.
[14] Ciatti M., Castelli C., Santacesaria A., *Dipinti su tavola - la tecnica e la conservazione dei supporti*, Firenze 1999; Ciatti M., *Appunti per una manuale di storia e di teoria del restauro – dispense per gli studenti*, Firenze 2009.
[15] Condotto presso il Lab. di Fisica del C.R.P.R., sotto la supervisione della dott.ssa Merlino.
[16] La misurazione dei dati ambientali, realizzata con il dispositivo Hydrolog serie HL20_Rotronic, è stata condotta per un periodo di circa un anno da marzo 2016 ad aprile 2017, collocando lo strumento al secondo piano del Museo Mandralisca, nella sala "della quadreria Cirincione", in cui verrà esposta l'opera. La stazione termo-igrometrica è stata messa a disposizione dal La.Ma.R.C. dell'Università di Palermo.

[17] Dall'analisi dei dati registrati si può affermare che le condizioni conservative sono buone/accettabili. L'umidità relativa, in particolare, si è mantenuta sempre all'interno di un intervallo accettabile. L'unico fenomeno sfavorevole è stato il superamento, nel periodo più caldo, della temperatura di 30°C tra agosto e settembre; nello stesso periodo l'umidità relativa si è invece mantenuta al di sotto del 60%, e questo ha ridotto significativamente il rischio di innesco di fenomeni biologici.
[18] Preliminarmente all'intervento di restauro sono state effettuate una serie di prove mirate a caratterizzare quanto più possibile la superficie del dipinto e la sua tollerabilità con l'acqua; nello specifico: prove di compatibilità con soluzioni idroalcoliche, test dell'angolo di contatto e verifica della compatibilità di un mezzo acquoso. Questi test sono stati fondamentali per conoscere la natura idrofoba della superficie, consentire l'utilizzo di resine in emulsione acquosa ed individuare le operazioni per la pulitura della superficie pittorica.
[19] Acryl 33®, resina acrilica in dispersione acquosa, caratterizzata da un'ottima stabilità chimica.
[20] Klucel G®.
[21] Il Ciclododecano (CCD) è un idrocarburo ciclico saturo, chimicamente stabile, di consistenza cerosa. Materiale dalla ottima elasticità, ha diverse proprietà tra cui quella di sublimare (ossia passare, a condizioni ambientali, dallo stato solido a quello gassoso) nell'arco di 24/48 ore, caratteristica che lo rende ideale per gli interventi di protezione temporanea o velinatura preventiva.
[22] Temperatura di transizione vetrosa (Tg) 6-8 °C della resina acrilica ACRYL 33®.
[23] Dispersione K 52® al 20% in una miscela di acqua e alcool isopropilico al 5%.
[24] Regalrez 1126®.
[25] Castelli G., Gigli M.C., Lalli C., Lanterna G., Weiss C., Speranza L., U*n composto organico sintetico per il consolidamento del legno: sperimentazione, misure e prime applicazioni*, "Bollettino OPD" (2003); Mirocle Crisci G., La Russa M. F., Malagodi M., Ruffolo S. A., *Consolidating-properties-of-Regalrez-1126-and-Paraloid-B72-applied-to-wood*, 2010, "Journal of Cultural Heritage"; De La Rie E. R., McGlinchey C. W., *New Synthetic Resins for Picture Varnishes*, in *Cleaning, retouching and coatings*: *Technology and practice for easel paintings and polychrome 184 sculpture. Contributions to the Brussels Congress*, 3-7 Sept. 1990, pp. 168-173.
[26] Sono state preparate tre soluzioni di Regalrez 1126® a varie percentuali: 8%, 15% e 20%. Inizialmente si è stesa la soluzione con la percentuale più bassa, in modo da far penetrare in profondità la resina e in sequenza le altre, fino ad arrivare a quella superficiale, con la percentuale più alta.
[27] ShellSol D40®, miscela di idrocarburi a basso contenuto aromatico.
[28] Tylose®, Metilidrossietilcellulosa (MHEC).
[29] Il trattamento dell'integrazione plastica è stato realizzato con un impasto composto da gesso di Bologna e colla di coniglio. La stuccatura è stata eseguita anche sui bordi, in modo da proteggere gli strati pittorici da depositi di polvere e ricreare una continuità con il fondo.
[30] Resina alifatica (Regalerez 1094®) al 20% sciolta in un solvente alifatico (ShellSol T®), stabilizzata con l'aggiunta del 2% di uno stabilizzatore UV (Tinuvin 292®) e del 3% di un elastomero (Kraton®).
[31] Cosmolloid®, cera.
[32] Antitarlo Xylores® (An.t.a.res).

BIBLIOGRAFIA

1. Castelli G., Gigli M.C., Lalli C., Lanterna G., Weiss C., Speranza L., U*n composto organico sintetico per il consolidamento del legno: sperimentazione, misure e prime applicazioni*, "Bollettino OPD", n. 14, 2003, pp. 144-152.
2. Cataldi A., Dorogato A., Deflorian F., Pegoretti A., *Thermo-mechanical properties of innovative microcristalline cellulose filled composites for art protection and restoration* in Jounal of Materials Science, 2013, pp. 2035-2044.
3. Ciatti M., Castelli C., Santacesaria A., *Dipinti su tavola - la tecnica e la conservazione dei supporti*, Firenze 1999.
4. Ciatti M., *Appunti per una manuale di storia e di teoria del restauro – dispense per gli studenti*, Firenze 2009.
5. De La Rie E. R., McGlinchey C. W., *Stabilized Dammar Picture Varnish*, in *Studies in Conservation*, 1989, Vol. 34, n. 3, pp. 137-146.
6. De La Rie E. R., McGlinchey C. W., *New Synthetic Resins for Picture Varnishes*, in *Cleaning, retouching and coatings*: *Technology and practice for easel paintings and polychrome 184 sculpture*. Preprints of the contributions to the Brussels Congress, 3-7 september 1990, pp. 168-173.
7. Liotta G., *Gli insetti e i danni del legno. Diagnosi, restauro e conservazione*, Firenze 1998.
8. Maltese C., *I supporti nelle arti pittoriche - storia, tecnica e restauro*, Milano 1990.
9. Masetti Bitelli L., *Restauro dei dipinti su tavola – i supporti*, Fiesole 1999.
10. Mirocle Crisci G., La Russa M. F., Malagodi M., Ruffolo S. A., *Consolidating-properties-of-Regalrez-1126-and-Paraloid-B72-applied-to-wood*, "Journal of Cultural Heritage", 2010.
11. Monfardini P., *Un sistema di sostegno con protezione del supporto*, in "Kermes" 57, anno XVIII, pp. 75- 83.

12. *L'attenzione alle superfici pittoriche – Materiali e Metodi per il Consolidamento e Metodi Scientifici per Valutarne l'efficacia*, Atti del Congresso CESMAR 7, Milano 10-11 novembre 2006.
13. *L'attenzione alle superfici pittoriche – Materiali e Metodi per il Consolidamento e Metodi Scientifici per Valutarne l'efficacia* - 2, Atti del Congresso CESMAR 7, Milano 21-22 novembre 2008.
14. La Russa M. F. , Malagodi M., A. Ruffolo S., *Consolidating-properties-of-Regalrez-1126-and-Paraloid-B72-applied-to-wood*, "Journal of Cultural Heritage", 2010, pp. 304-308.
15. Lionetto F., Frigione M., *Effect of novel consolidants on mechanical and absorption properties of deteriorated wood by insect attack*, "Journal of Cultural Heritage", 2011, pp.1-9.
16. Sakuno T., Schniewind A. P., "*Adhesive qualities of consolidants for deteriorated wood*", "Journal of American Institute for Conservation", Vol. 29, n°1 (1990), pp. 33-44.
17. Travagliato G., *Icona graece, latine imago dicitur: culture figurative a confronto in Sicilia (secc. XII-XIX)*, in *Tracce d'oriente*, catalogo mostra a cura di Di Natale M. C., Palermo 2007, pp. 41-59.
18. Travagliato G., *Santa Lucia - frammento di polittico*- in *Il Museo Diocesano di Catania*, a cura di Vitella M., Catania 2017, p.162.
19. Whitten J., Mention E., Merz-Lê L., Barach Cox R., Fisher S.L., McGinn M., Proctor R., Van Vooner C., Swicklik M., Berger M. & G., Settembre 1997, *Low Molecular Weight Varnishes*, in "AIC Wiki. A collaborative Knowledge Resource", pubblicato il 26 marzo 2014, www.conservation-wiki.com/wiki/IV._Low_Molecula_Weight_Varnishes.

Indice

FOTOGRAFIA, CINEMA, VIDEO: restauro, conservazione, archiviazione e accesso 1

IL RESTAURO DEL FONDO ALBERT SAMAMA CHIKLI DELLA CINETECA DI BOLOGNA 3
Melissa Gianferrari, Elena Correra, Antonella Salvi

LA VIDEOARTE MONOCANALE NATIVA DIGITALE IN ITALIA. RACCOLTA E REPERTORIAZIONE PER LA CONSERVAZIONE 11
Piero Deggiovanni

IL FONDO FRANZINI: RESTAURO E VALORIZZAZIONE DELLE PELLICOLE CINEMATOGRAFICHE IN FORMATO RIDOTTO 19
Lorenzo Calicchio, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco, Mirco Santi

IL FONDO FOTOGRAFICO DELLE OFFICINE MICHELUCCI DI PISTOIA NELL'ARCHIVIO STORICO INTESA SANPAOLO: RECUPERO CONSERVATIVO, STUDIO E VALORIZZAZIONE DI UN PATRIMONIO RISCOPERTO 29
Laura Barzaghi, Barbara Costa, Antonio Sansonetti

OBIETTIVO AD ORIENTE: IL BISOGNO DI DOCUMENTARE E LA NECESSITA' DI CONSERVARE 39
Marco Fagiolo, Isabella Villafranca Soissons

LE LASTRE DELLA COMMISSIONE VINCIANA: ESPERIENZA DIDATTICA, RESTAURO, VALORIZZAZIONE 49
Barbara Cattaneo, Giulia Fraticelli, Letizia Montalbano

HANJI E LE SUE APPLICAZIONI NEL RESTAURO DELLA FOTOGRAFIA. EVOLUZIONE DI UNA RICERCA 57
Federica Delia, Barbara Cattaneo

IL RESTAURO DI PELLICOLE FOTOGRAFICHE CONTEMPORANEE ALLUVIONATE: LE PROBLEMATICHE EMERSE DURANTE IL PROGETTO 65
MEMORIA FOTOGRAFICA
Giulia Fraticelli, Barbara Cattaneo, Marcello Picollo

CONSERVARE IL PATRIMONIO FOTOGRAFICO. UN REPORTAGE DALL'ISTITUTO CENTRALE PER IL CATALOGO E LA DOCUMENTAZIONE 73
Silvia Checchi, Daniela Simonetta Palazzi, Stefano Valentini

ORGANOGEL PER LA PULITURA DI MATERIALI FOTOGRAFICI E CINEMATOGRAFICI IN ACETATO DI CELLULOSA 81
Pamela Ferrari, Giulia Fraticelli, Laura Santi, Barbara Cattaneo, Rodorico Giorgi

Diagnostica, ricerche e studi applicati 89

DAL GIAPPONE A VENEZIA. IL RESTAURO DI UNA SCULTURA DI SENJU KANNON DEL MUSEO D'ARTE ORIENTALE 91
Marta Boscolo Marchi, Beatrice Falconi

VALUTAZIONI SULL'EFFICACIA DELLE SOSPENSIONI ACQUOSE DI NANOCALCITE PER IL CONSOLIDAMENTO DEI DIPINTI MURALI DELLO 'STUDIOLO' A GROTTESCHE DI PALAZZO SILVESTRI RIVALDI A ROMA 103
Roberta Cucchietti, Maria Beatrice Coltelli, Lucia Conti, Carla Giovannone, Giancarlo Sidoti

LE VERNICI STORICHE DI STRUMENTI MUSICALI: UN PERCORSO DI RICERCA, PRODUZIONE, DIAGNOSTICA E FORMAZIONE 113
Claudio Canevari, Marco Malagodi, Curzio Merlo, Michela Albano, Claudia Invernizzi, Tommaso Rovetta, Giacomo Fiocco

IL DEGRADO DELLE LEGHE DI STAGNO NELLE CANNE D'ORGANO STUDIO MULTIDISCIPLINARE NON DISTRUTTIVO E PROSPETTIVE DI RICERCA 121
Daniela Di Martino, Riccardo Rossini, Stefano Colombi, Curzio Merlo, Ettore Claudio Bonizzi, Patrizio Barbieri

APPLICAZIONI DELLA RIDUZIONE ELETTROCHIMICA ALL'ARGENTO IN FOGLIA 129
Lilli Tanzi, Graziella Accorsi, Michele di Foggia

INDAGINI DIAGNOSTICHE E APPLICAZIONE MONITORATA DI TECNOLOGIE ECOSOSTENIBILI PER IL RESTAURO Della FAMIGLIA RURALE, SCULTURA IN GRANIGLIA CEMENTIZIA DEL 1932 137
Elena Damiani, Alfredo Bonaccini, Irene Biadaioli, Armandina Antobenedetto, Rita Reale, Roberto Scalesse

FOTOCATALIZZATORI FISSATI MEDIANTE LE FINITURE TRADIZIONALI DEL MARMORINO: UNA STRATEGIA ECOLOGICA TRA CHIMICA E RESTAURO PER RENDERE PIÙ PULITE LE NOSTRE CITTÀ 145
Federica Menegazzo, Michela Signoretto, Danny Zanardo, Luca Scappin

UN APPROCCIO PROTEOMICO NON INVASIVO PER L'IDENTIFICAZIONE DI LEGANTI PROTEICI IN OPERE D'ARTE 153
Cosima D. Calvano, Rosaria A. Picca, Elena C. Rigante, Davide Coniglio, Tommaso Cataldi, Luigia Sabbatini

Conservazione preventiva 163

PROPOSTA METODOLOGICA PER LA GESTIONE DELLA CONSERVAZIONE PREVENTIVA DEL FONDO STORICO DELL'ACCADEMIA DI BELLE ARTI DI BOLOGNA 165
Veronica Barbera, Lucia Vanghi, Anna Medori

LA RISPOSTA DEL LOUVRE AL RISCHIO DI ALLAGAMENTO DEL DEPOSITO SOTTERRANEO: RICORDI DEL TRASLOCO DELLE OPERE IN UN DEPOSITO DISTACCATO E LA SUA PREPARAZIONE GRAZIE AL CANTIERE DELLE COLLEZIONI 175
Julie Thiaudiere

IL PROGETTO EUROPEO COLLECTION CARE: UN MODELLO GESTIONALE PER LA CONSERVAZIONE PREVENTIVA E IL MONITORAGGIO DI MANUFATTI ARTISTICI IN ESPOSIZIONE, DEPOSITO, MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO 183
Matteo Rossi Doria, Mark Gittins, Giulia Mercuri

METODI INNOVATIVI PER LA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE DELL'ARCHITETTURA RURALE: IL CASO DI "REBECCO FARM" (BRESCIA) 191
Alessia Buda, Barbara Scala

Problematiche di progettazione e intervento 199

PROTEZIONE DI SUPERFICI AD INTONACO IN CALCE: UN CONFRONTO TRA MATERIALI NATURALI DELLA TRADIZIONE E MATERIALI DI SINTESI COMMERCIALI 201
Luca Scappin

LA PULITURA DI UN DIPINTO A OLIO SU TELA NON VERNICIATO DATATO AI PRIMI ANNI DEL NOVECENTO: STUDIO DELLA TECNICA ESECUTIVA, APPROFONDIMENTI DIAGNOSTICI E MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ DI RESTAURO 209
Alessandro Gatti, Eleonora Vergallo, Anna Piccirillo, Marco Nervo, Marianna Ferrero

LE CARTE INTELATE DI PIERO MANAI: PROBLEMATICHE DI RIADESIONE DEL SUPPORTO CARTACEO ALLA TELA TRAMITE INTERVENTI LOCALIZZATI 221
Andrea Del Bianco, Camilla Roversi Monaco

GLI AFFRESCHI STACCATI DI SANTA MARIA ANTIQUA, SOLUZIONI STRUTTURALI INCONSUETE NELLA RICONTESTUALIZZAZIONE 229
Antonio Iaccarino Idelson, Carlo Serino

DIETRO LA SCENA: IL RESTAURO DEL SIPARIO STORICO DEL TEATRO MASSIMO DI PALERMO 239
Roberta Civiletto, Carlo Vivirito, Belinda Giambra, Raffaele Ajovalasit,Christian Lanni

IL RESTAURO DI DUE SIPARI ISTORIATI A CONFRONTO: STUDIO DELLA TECNICA E DELLA RESISTENZA MECCANICA 247
Grazia De Cesare, Mauro Torre, Domenico Poggi

IL CROCIFISSO LIGNEO DI BOTTEGA DI NINO PISANO DELLA CHIESA DI S. PIETRO A SEANO (PRATO) 255
Francesca Spagnoli, Giacomo Goli

RESTAURO DELLE STATUE DEGLI APOSTOLI E DEI SANTI PROTETTORI DEL DUOMO DI ORVIETO, RICOSTRUZIONE DEI BASAMENTI MARMOREI E RIPOSIZIONAMENTO IN SITU 261
Gianluca Regoli, Carlo Serino, Francesca Romana Radiciotti, Antonio Iaccarino Idelson, Mauro Stella, Alessandra Cannistrà, Gerardo De Canio, Bruno Mazzone

LA PIANETA FARNESE DELLA CATTEDRALE DI SANTA MARIA DEL FIORE DI FIRENZE: L'INTERVENTO CONSERVATIVO DI UN'OPERA GIA' RESTAURATA DALLA DITTA ALFREDO CLIGNON 269
Beatrice Agostini, Simona Morales

I**L RESTAURO DI UN' OPERA CONTEMPORANEAMENTE ANTICA E MODERNA: IL DIPINTO SU TELA *MODIFICATION 1962* DI ASGER JORN** 279
Paolo Bensi, Annamaria D'Ottavi

POSTER 287

FOTOGRAFIA, CINEMA, VIDEO: restauro, conservazione, archiviazione e accesso 289

LA CLIMATIZZAZIONE DELL'ARCHIVIO DEL CRAF: SCELTE E METODOLOGIE DI INTERVENTO 291
Eugenia Di Rocco

IL RESTAURO DEI RODOVETRI IN ACETATO DI CELLULOSA DEL FONDO GAMMA FILM 299
Enrico Biason, Michele Di Foggia, Melissa Gianferrari, Camilla Roversi Monaco

L'OBSOLESCENZA DEI QUESTIONARI, COMPARAZIONE DELLE METODOLOGIE DI ARCHIVIAZIONE 309
Carlotta Campanini, Emanuele Arielli, Luisa Mensi

Diagnostica, ricerche e studi applicati 317

PROPOSTA E REALIZZAZIONE DI UN NUOVO SISTEMA DI FODERATURA MODULABILE, ADATTO PER DIPINTI SIA ANTICHI CHE MODERNI E CONTEMPORANEI: RICERCA, STUDIO, CAMPIONATURE, TEST 319
Maria Beatrice Girotto

RIMOZIONE SELETTIVA DI VERNICI DA PITTURE INDUSTRIALI CON GEL NANOSTRUTTURATI, SOLVENTI ORGANICI ED EMULSIONI SOLVENTI 329
Sara Capriotti, Grazia De Cesare

CARATTERIZZAZIONE DI PIGMENTI E LEGANTI IN OPERE D'ARTE MEDIANTE UN APPROCCIO COMBINATO SPETTROMETRIA DI MASSA/SPETTROSCOPIA IR 337
Rosaria A. Picca, Cosima D. Calvano, Simona Armenise, Felicia La Viola, Elena C. Rigante, Davide Coniglio, Tommaso Cataldi, Luigia Sabbatini

Conservazione preventiva 345

RESTAURO PREVENTIVO E TERMOGRAFIA. CENNI METODOLOGICI PER UNA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA 347
Cesare Crova, Francesco Miraglia

STUDI DI CONSERVAZIONE PREVENTIVA NELL'ARTE AMBIENTALE E PUBBLICA 355
Alessia Cadetti, Federica Pace

Problematiche di progettazione e intervento 363

RESTAURO DI UN'OPERA SERIGRAFICA REALIZZATA CON COLORI ALCHIDICI SU TELA DI CORNEILLE: RIMOZIONE DEL PROTETTIVO VINILICO DALLA SUPERFICIE E DELLE STUCCATURE IN SILICONE NON ORIGINALI 365
Ilaria Galliano, Andrea Del Bianco, Lucia Vanghi

RESTAURO DI UN DIPINTO SU TAVOLA DEL XIV SECOLO: APPROCCIO CRITICO ALL'INTEGRAZIONE PITTORICA E UTILIZZO DI SISTEMI DIGITALI A SUPPORTO DELL'INTERVENTO ESTETICO 375
Gloria Iotti, Graziella Accorsi, Andrea Vigna

IL RESTAURO DEL MODELLO DELLA FONTANA DEI FIUMI DI BERNINI. TRATTAMENTO DELLE LACUNE strutturali NELLA SCULTURA LIGNEA 383
Pierangelo Sabella, Graziella Accorsi, Alberto Zambelli

IL FREGIO PITTORICO A MAROUFLAGE "L'UMANITÀ PRIMITIVA" DI NICOLO' BAMBINI A PALAZZO SANDI A VENEZIA: TECNICA ESECUTIVA, PROBLEMATICHE CONSERVATIVE E INDIRIZZI OPERATIVI 393
Federica Restiani, Jean Pierre Zocca

L'INTERVENTO CONSERVATIVO SUI DIPINTI MURALI NELLA CHIESA DI SAN MAMETE A MEZZOVICO / TICINO: PROBLEMATICHE DOVUTE AL RESTAURO DEL 1960 401
Gisella Burà

MOSAICO FRANZÈ O DEGLI AMORINI PESCATORI DI VIBO VALENTIA PROGETTO PER UN RECUPERO. ROTARY CLUB HIPPONION • VIBO VALENTIA 409
Maria d'Andrea, Donatella Barca, Giuseppe Mantella

CONSERVAZIONE E RESTAURO DEL TEMPIO DI *SANTA VENERA* ALLA GROTTA A BARCELLONA POZZO DI GOTTO (ME) 419
Sebastian Sidoti

MASCHERE DI CARNEVALE IN PLASTICA: RESTAURO E RECUPERO DI BENI DEMOETNOANTROPOLOGICI 427
Ilaria Marrone, Grazia De Cesare

INTARSI DAL GIAPPONE. IL RESTAURO DI UN SET DI MOBILI DEL MUSEO D'ARTE ORIENTALE DI VENEZIA 437
Marta Boscolo Marchi, Stefania Sartori

IL CANTIERE DI RESTAURO DELLA TORRE CAMPANARIA DELLA CHIESA VALDESE DI FIRENZE 451
Landi Stefano, Tabbakh Sarah Fortunée

DIPINTO SU TAVOLA "TRE SANTE MARTIRI": IL RESTAURO CONSERVATIVO DI UN SUPPORTO LIGNEO GRAVEMENTE DANNEGGIATO 459
Antonella Fertitta, Antonella Tumminello, Cristina Catanzaro, Bartolomeo Megna, Giovanni Travagliato

Finito di stampare
Nel mese di ottobre 2020
Presso GRAPHOT, Torino