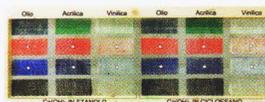




CONTRIBUTI

Le policromie e le dorature del dossale d'altare marmoreo dell'antica Cattedrale di Orte

Nota tecnica sulla Pala del Noviziato di Filippo Lippi



Deacidificazione delle tele con nanoparticelle di idrossido di calcio. Interazioni con le pellicole pittoriche moderne e contemporanee

Una grande tela di Tiziano danneggiata dall'acqua. Opportunità di ricerca e innovazione in un restauro complesso



L'integrazione formale di manufatti ceramici con impasti a base acrilica: valutazioni su materiali, metodi e casi applicativi

Conservare la street art. Le problematiche del muralismo contemporaneo in Italia

RECENSIONI



NOTIZIE BREVI

Frammenti di vetro di cui parlare



Le 'Belle' Altieri. Tre tele dal Palazzo Altieri di Oriolo alla SAF-ICR di Matera

L'ICR di Pasquale Rotondi e l'alluvione di Firenze del 1966

© 2000-2018-2021 ICR
Istituto Centrale per il Restauro
Via di San Michele, 25
00153 Roma - Tel. 06.67236293
e-mail: icr.bollettino@beniculturali.it

Spedizione in abbonamento postale, 45%, art. 2 comma 20/b, legge 662/96
Autoriz. Direz. Filiale di Firenze
tassa riscossa/taxe perçue

Antonio Iaccarino Idelson
Carlo Serino
Sandra Pesso

Gloria Tranquilli
Stefano Volpin

CONTRIBUTI

Una grande tela di Tiziano danneggiata dall'acqua. Opportunità di ricerca e innovazione in un restauro complesso

CONTESTO STORICO ARTISTICO DELL'OPERA E CENNI SULLA TECNICA DI ESECUZIONE

Il dipinto fu realizzato da Tiziano entro il 1544 per il soffitto della chiesa di Santo Spirito in Isola (Venezia) insieme alle altre due grandi tele raffiguranti *Il sacrificio di Abramo, Caino e Abele* e agli otto tondi con i *Dottori della chiesa* e gli *Evangelisti*.

Tiziano si ispirò al testo biblico, cogliendo il momento successivo l'uccisione di Golia: la testa, in primo piano, è staccata dal corpo e reca la ferita provocata dal sasso; Davide è raffigurato in posizione di preghiera, con lo sguardo rivolto verso il cielo nuvoloso, squarciato da un raggio di sole (fig. 1).

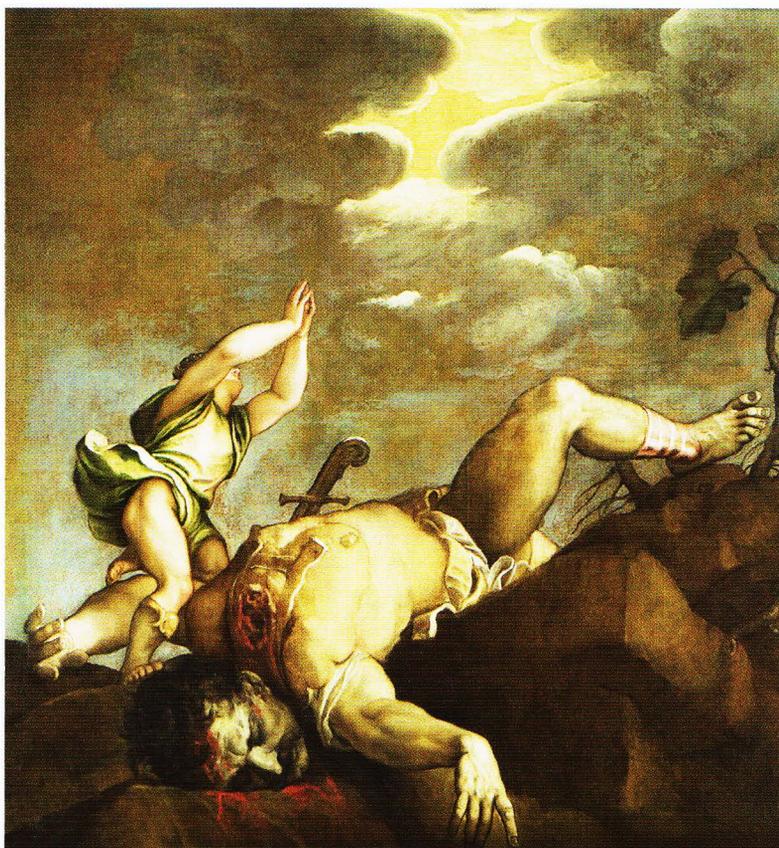
Nel 1541 gli agostiniani avevano affidato inizialmente la commissione dei dipinti a Vasari ma l'anno successivo, in seguito alla partenza da Venezia dell'artista toscano, fu incaricato del ciclo pittorico Tiziano Vecellio che già prima del viaggio a Roma nel 1545 aveva dimostrato di essere a conoscenza del linguaggio figurativo dell'Italia centrale. La fonte di ispirazione delle tele, infatti, è stata individuata sia nei disegni preparatori che aveva prodotto Vasari per la committenza che negli affreschi di Giulio Romano a Palazzo Te; inoltre il Pordenone aveva raffigurato «con scorci terribili» le *Storie del Vecchio e del Nuovo Testamento* nel chiostro della chiesa di Santo Stefano a Venezia, dopo il 1532: anche questo ciclo quasi completamente perduto, eseguito pochi anni prima della commissione a lui affidata, fu certamente fonte di ispirazione per l'artista cadornino, come ha rilevato Valcanover [VALCANOVER 1981]. La composizio-

ne delle tre tele, caratterizzata da perfetti scorci da sotto in su, fu molto lodata dal Ridolfi e in generale dalle fonti della letteratura artistica [RIDOLFI 1835].

Nel 1656 l'ordine dei canonici agostiniani fu soppresso e la tela, insieme ad altre del convento e della chiesa fu trasferita a Santa Maria della Salute: i tre dipinti del ciclo furono alloggiati nel soffitto della sacrestia, dove si trovano attual-

Fig. 1

Tiziano, *Davide e Golia*, tela realizzata per la distrutta chiesa di Santo Spirito in Isola, ora nella sagrestia maggiore della Basilica di Santa Maria della Salute a Venezia. Il dipinto al termine del restauro.



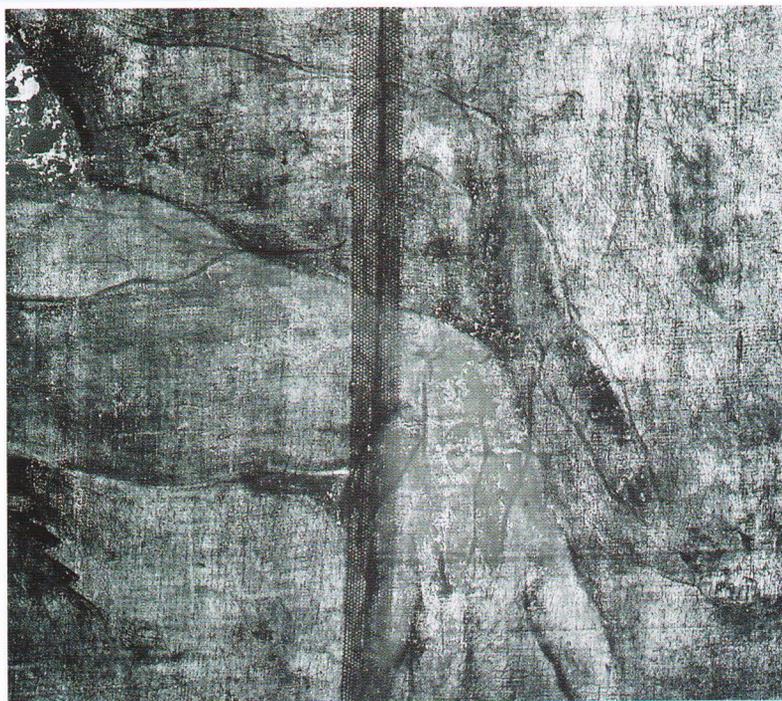


Fig. 2
 Dettagli delle modifiche apportate da Tiziano in corso d'opera:
 a) nella riflettografia IR dell'avambraccio e della mano;
 b) nella radiografia, che include anche la testa.

mente insieme ai *Dottori e Evangelisti*.

Lo stato di conservazione delle tele è documentato fin dal XVIII secolo quando Pietro Edwards ne considerò negativamente le condizioni, forse per un intervento maldestro del pittore restauratore Pietro Cardinali, eseguito nel 1739. I cieli risultarono abrasati e completamente ridipinti quando nel 1990 fu affrontato l'intervento di restauro durante il quale le tre tele

2a furono oggetto di una nuova foderatura e di un'accurata pulitura, operazione che comportò l'assottigliamento delle antiche ridipinture e la rimozione delle vernici alterate come documenta Nepi Scirè [NEPI SCIRÈ 1990].

Come hanno confermato le indagini scientifiche, la grande tela di Tiziano ha una preparazione a gesso e colla, materiali poco compatibili con la pittura ad olio ma ancora utilizzati a metà del XVI secolo dagli artisti che lentamente si avviavano a sostituire la preparazione tradizionalmente usata nei dipinti su tavola con mestiche a base di terre naturali impastate con leganti organici perlopiù costituiti da oli siccativi. I pigmenti individuati sono i seguenti: biacca, terre e poco vermiglione per gli incarnati; verde rame nella veste di Davide, vermiglione e lacca rossa nelle ferite della testa di Golia e smaltino, biacca e poche tracce di azzurrite nel cielo.

2b L'alterazione dello smaltino, pigmento utilizzato nei dipinti murali ma non adatto al legante a olio, risulta molto evidente poiché la velatura di azzurrite che completava la realizzazione del cielo è completamente perduta. I valori cromatici di questa area così importante della raffigurazione sono quindi irrimediabilmente alterati: nel cielo, infatti si concentravano le ridipinture più estese. L'esecuzione del dipinto, a causa del forte scorcio delle figure, è stata realizzata da Tiziano con un disegno preparatorio abbastanza dettagliato; inoltre sia l'infrarosso (fig. 2a) che la radiografia hanno rilevato importanti pentimenti nella disposizione della testa e del braccio di Golia (fig. 2b).

■ I DANNI CONSEGUENTI ALL'INONDAZIONE CAUSATA DALLO SPEGNIMENTO DELL'INCENDIO

L'incendio divampato intorno alle 22 del 29 agosto 2010 nel cantiere del Seminario arcivescovile di Venezia, che si estende anche sopra la sagrestia della Basilica della Salute, causò danni poco rilevanti all'edificio. L'acqua usata per spe-

gnerlo¹, mista alla cenere e quindi con un pH molto elevato, s'infiltrò attraverso un foro nel solaio per finire con l'inondare il retro di uno dei tre grandi dipinti di Tiziano. Si è calcolato in circa 500 litri il volume della soluzione che ha percolato lentamente attraverso la tela e gli strati pittorici del *Davide e Golia*. La mattina seguente, al momento del pronto intervento, ne era ancora presente una notevole quantità ed è stato necessario inclinare il dipinto per farne colare una parte: il resto è stato estratto con un ago veterinario ed un aspiratore, dopo la velinatura d'emergenza applicata prima di iniziare a progettare lo smontaggio dell'opera dal soffitto².

In ampie zone gli strati pittorici erano sollevati in scaglie che, incluse in gocce d'acqua, sembravano in procinto di disciogliersi. Fortunatamente le parti di pellicola pittorica più solubili erano quelle di restauro, ma gli strati preparatori erano ovunque molto compromessi e distaccati (fig. 3). Sulla superficie pittorica erano presenti colature brune dovute alla melassa presente nelle ultime foderature (fig. 4). Sul retro del dipinto era evidente la deposizione di ceneri, via via più concentrata dove la quantità d'acqua andava riducendosi percolando attraverso il dipinto (fig. 5).

LE INDAGINI SCIENTIFICHE

Quando è stato possibile procedere con l'esame accurato dell'opera è stata predisposta una campagna diagnostica finalizzata alla conoscenza dei materiali originali, la verifica del loro stato di conservazione e il riconoscimento di eventuali prodotti di trasformazione o degrado. Le indagini sono state eseguite in tempi successivi: una prima serie prima dell'intervento di restauro per poter ricavare informazioni utili a comprendere a fondo lo stato di conservazione del colore; altre due serie, focalizzate su pochi punti, nel corso dell'intervento di restauro per poter chiarire meglio alcune problematiche emerse.

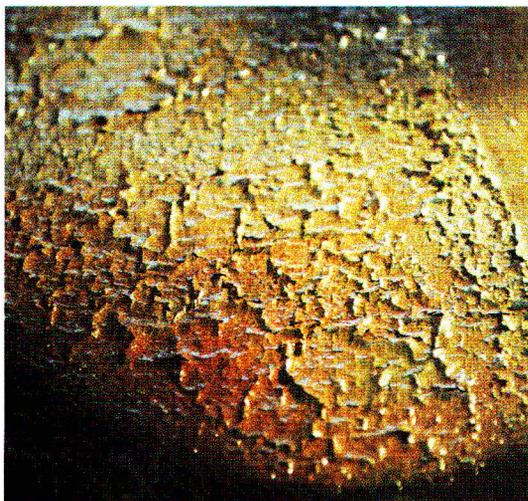


Fig. 3
Dettaglio di area interessata da intensi sollevamenti di colore dovuti alla percolazione dell'acqua alcalina.

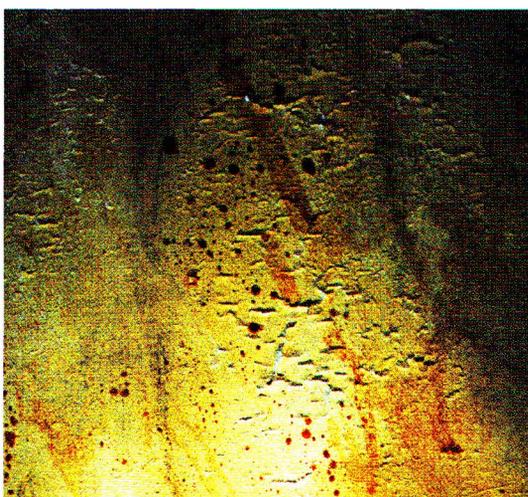


Fig. 4
Percolazione di materiale solubile colorato, principalmente melassa contenuta negli adesivi di foderatura.



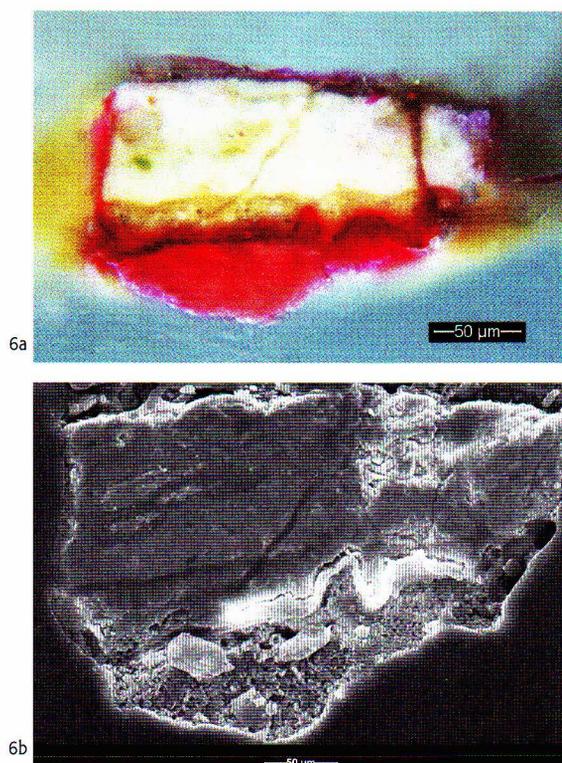
Fig. 5
La gora di acqua e cenere sul retro del dipinto.

Fig. 6

Immagini di una sezione stratigrafica:

a) dopo il test istochimico con la fucsina che colora in rosso-viola le parti contenenti materiali proteici (nello specifico le colle animali),

b) al SEM. Dal basso verso l'alto: parte della preparazione di gesso e poca colla residua, spesso strato di colla animale ri-solidificata all'interfaccia con gli spessi strati pittorici ad olio.



Il protocollo analitico ha previsto l'allestimento di sezioni stratigrafiche su microcampioni di colore comprensivi di tutti gli strati, dalla preparazione alle vernici superficiali³; in più sono state analizzate mediante test microchimici⁴ e spettroscopia FTIR le macchie brune che si sono formate sulla superficie del colore in seguito alla percolazione di acqua dal retro. Per analizzare le sostanze che compongono le macchie brune non sono stati prelevati campioni di materiale pittorico originale ma lo studio è stato effettuato su frammenti della carta usata per la velinatura. Come si vede bene nella fig. 4, le macchie brune hanno impregnato la carta stessa. Di conseguenza, l'analisi è stata eseguita in seguito all'estrazione con acqua bidistillata all'ebollizione dei composti che impregnavano le fibre cellulosiche della carta⁵. In questo modo si è voluto anche accertare la presenza o meno di sali solubili (in particolare cloruri) e capire

quindi se l'acqua impiegata per lo spegnimento del rogo fosse salata oppure no.

Il dipinto ha un fondo preparatorio a gesso e colla animale ed è proprio su questo strato che la grande quantità d'acqua ha causato il degrado maggiore che si è tradotto in estesi sollevamenti del colore, come si vede bene nella fig. 3. Le analisi chimico-stratigrafiche hanno consentito non solo di documentare lo stato di conservazione dei materiali all'interno della stratificazione pittorica ma anche di poter formulare delle ipotesi circa le cause dei sollevamenti al fine di porvi rimedio. Si è così visto che la percolazione dell'acqua ha causato la perdita sia di coesione dell'impasto preparatorio, sia di adesione fra la detta preparazione e gli strati pittorici sovrastanti. I fenomeni sono direttamente correlati fra loro e sono il risultato dell'azione dell'acqua che ha sciolto parzialmente entrambi i componenti della preparazione: il gesso e la colla animale. Mentre però il primo, una volta che l'opera si è asciugata, si è ricristallizzato mantenendo la sua collocazione originaria, la seconda è stata trascinata dall'acqua verso la superficie dell'opera, quando era ancora a soffitto e piena d'acqua nel retro. Questo duplice effetto è ben visibile nelle immagini delle sezioni stratigrafiche, in particolare fotografate dopo il test istochimico con la fucsina (fig. 6a) e al microscopio a scansione elettronica (fig. 6b). Le due immagini fanno vedere come le sostanze proteiche, di cui è costituita la colla animale, si siano in parte sciolte dalla preparazione gessosa per poi ri-solidificarsi all'interfaccia con il colore. Il risultato è la decoesione dell'impasto preparatorio che si trova ad essere composto quasi esclusivamente da gesso ricristallizzato mentre la colla, migrando, ha formato uno spesso film rigido all'interfaccia con il colore inducendo il distacco dello stesso dal fondo.

Il legante del colore è di natura lipidica, confermando che si tratta di un dipinto ad olio.

Questo dato ha innegabili conseguenze positive per la pellicola pittorica che non ha risentito in modo significativo dell'azione diretta dell'acqua. Anzi, è proprio la natura idrofobica del colore che ha fermato la migrazione della colla animale che si è, appunto, ri-solidificata fra preparazione e colore. A causa delle elevate dimensioni molecolari delle sostanze proteiche, solo una piccolissima percentuale di colla è riuscita a permeare attraverso i sottili cretti del film pittorico diffondendosi sulla superficie del dipinto. In questo il comportamento della colla è tutto diverso rispetto le altre sostanze solubili in ambiente acquoso che, come si vedrà più avanti, sono passate in larga parte sulla superficie del colore.

I diversi pigmenti identificati non presentano fenomeni di alterazione direttamente correlabili con l'evento traumatico. Le scagliette di colore, pur sollevate e cretate sotto la spinta dell'acqua, mantengono una compattezza del tutto paragonabile a quella osservata nella campagna analitica condotta circa vent'anni fa. Questo vale non solo per i pigmenti più stabili come le terre naturali o la biacca, ma anche per quelli più sensibili all'umidità come la lacca rossa, il vermiglione o l'azzurrite.

Diverso è il discorso relativo allo smaltino, pigmento notoriamente inadatto ad essere utilizzato ad olio in quanto soggetto ad alterarsi. Gran parte del fondo grigio-azzurro del cielo è composto da una miscela di blu di smalto e biacca, nella quale le particelle vetrose del pigmento blu sono completamente alterate a causa della nota reazione degli acidi grassi del medium lipidico con il potassio (e, in misura minore, del cobalto) contenuto nel pigmento. A conferma di ciò, le analisi semi-quantitative EDS di alcune di queste particelle completamente scolorite hanno rilevato un tenore di potassio attorno ad 1% (come ossido), vale a dire di oltre un ordine di grandezza inferiore al

normale. Si è visto, inoltre, che nelle aree che mantengono ancora una tonalità bluastra è presente una finitura che contiene cristalli di azzurrite (non alterata) ed anche delle particelle di smaltino poco degradate.

I quantitativi di sali solubili ritrovati all'interno e sulla superficie dell'opera sono davvero molto pochi. In particolare risultano pressoché assenti sia i cloruri che i solfati. I primi confermano il fatto che l'acqua venuta a contatto con l'opera non era salmastra, mentre i secondi indicano che il gesso della preparazione non si è sciolto al punto tale da penetrare all'interno del colore per poi ricristallizzarsi sulla superficie (il gesso è, infatti, un solfato di calcio biidrato leggermente solubile in acqua).

Gli unici sali solubili identificati sono i nitrati, di magnesio e calcio, che derivano probabilmente dal fatto che l'acqua è venuta a contatto con deiezioni di animali (in particolare guano di volatili) prima di arrivare a impregnare la tela.

Il materiale bruno che, in seguito alla percolazione dell'acqua, si è risolidificato sulla superficie pittorica è costituito da polisaccaridi; in particolare si tratta di amido ed un composto zuccherino assai simile alla melassa. Questi due sono alcuni dei componenti della colla di pasta impiegata nel corso della foderatura del 1989. Pur trattandosi di componenti minoritari della colla a pasta utilizzata per la foderatura, sono quelli che hanno una solubilità apprezzabile in acqua fredda e una dimensione molecolare più piccola, tale da poter diffondersi entro le microcretture del colore.

■ TRASPORTO IN LABORATORIO E RIMOZIONE DELLA TELA DI FODERATURA

Le dimensioni delle porte della sagrestia non consentivano il passaggio dell'opera distesa. Poiché non sarebbe stato possibile arrotolarla, si è pensato di tagliare il telaio e piegare solo il lato che aveva sofferto meno, guidando la piega con

un segmento di tubo in PVC innestato sul taglio per ottenere una curva morbida (fig. 7).

La rimozione delle tele dell'ultima foderatura⁶ è stata molto laboriosa anche per la presenza di resine viniliche nella colla pasta, che hanno però probabilmente contribuito a limitare i danni grazie a un effetto di stabilizzazione meccanica delle tele e a una maggiore tenuta dell'adesivo di foderatura, perché meno solubili in acqua rispetto ad una normale colla di pasta. Dopo la rimozione della tela patta e poi della pattina, lo strato di colla pasta residuo sulla tela originale era molto spesso, e il dipinto molto sensibile all'umidità. Un gel rigido, a base di agarosio, è stato molto utile per contenere la diffusione dell'acqua e procedere al suo assottigliamento progressivo a bisturi. In alcune zone è stato necessario usare uno strato sottile di gel chelante a pH neutro⁷.

■ STABILIZZAZIONE DEI FRAMMENTI DI COLORE

La velinatura, che era stata in parte realizzata nell'emergenza prima della rimozione del dipinto dalla sua sede nel soffitto della

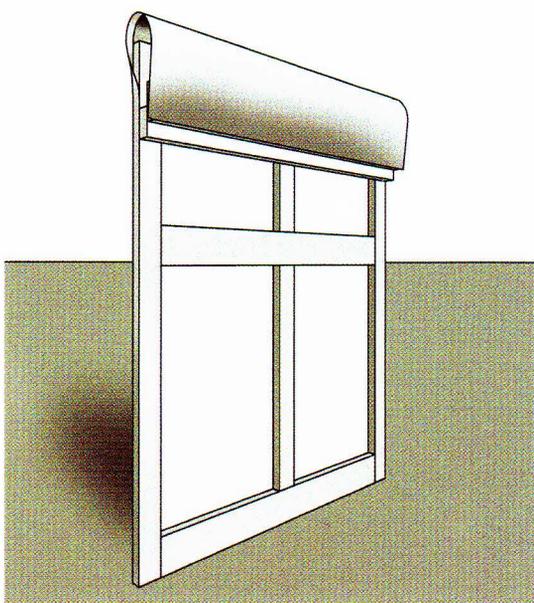


Fig. 7
Il sistema usato per piegare la tela durante il primo trasporto.

Sagrestia, doveva essere rimossa prima del consolidamento per impregnazione degli strati preparatori, sia per verificare e correggere eventuali dislocazioni di frammenti, sia per non rischiare che la carta giapponese venisse incollata al colore con l'adesivo aggiunto dal retro. Le particolari condizioni in cui si è trovato il dipinto hanno portato una conseguenza piuttosto inconsueta: alcuni frammenti completamente distaccati del colore erano rimasti adesi alla sola carta della velinatura (a colla di coniglio). Il problema era dunque come far aderire il colore alla tela senza che l'adesione alla carta ne fosse aumentata rendendo critica la rimozione di tale supporto temporaneo.

Dopo prove con diversi materiali e loro combinazioni, si è deciso di usare la colla di storione, un ottimo adesivo per gli strati pittorici che si solubilizza in acqua solo a temperatura più alta rispetto alla colla di coniglio, permettendo di rimuovere la carta inumidendola con acqua a temperatura ambiente. Il procedimento impiegato richiedeva innanzitutto di allontanare a secco i lembi di carta che recavano i frammenti di colore. Gli strati preparatori e pittorici sulla tela, così scoperti, sono stati consolidati con colla di storione al 5%, lasciata asciugare e poi riattivata con termocauterio, in modo da preparare un substrato solido per accogliere i frammenti distaccati. Il giorno dopo si è trattato il retro dei soli frammenti con lo stesso adesivo, senza bagnare la carta circostante (anche perché non cambiasse dimensione), per poi ridistendere il tutto ritrovando l'esatta posizione della carta e dei frammenti (fig. 8).

■ LA SCELTA DEL CONSOLIDANTE

Sotto al soffitto della sagrestia della Basilica, privo di aperture o altre forme di ventilazione, l'ambiente è tale da sottoporre il dipinto a valori di umidità relativa e temperatura molto elevati nella stagione estiva, perché l'aria calda si accu-



Fig. 8
Riadesezione con colla di storione dei frammenti rimasti sulla carta di velinatura, mai bagnata nel processo.

mula in alto⁸. Alcuni adesivi, tra cui il Beva per la presenza di cera microcristallina nella sua formulazione, sono comunemente considerati efficaci per ridurre le variazioni dimensionali di un dipinto sottoposto a UR elevata. Si è però deciso di cercare riscontri concreti e ripetibili, organizzando una prova dell'effetto stabilizzante delle miscele consolidanti più comunemente impiegate: provini di tela pattina di lino con appretto di colla di coniglio e preparazione a gesso e colla sono stati trattati con le diverse miscele e poi messi in tensione su un telaio elastico in una camera umida. La lunghezza dei provini è stata misurata durante l'umidificazione, ottenendo valori che hanno permesso di comparare senza ambiguità l'effetto stabilizzante associato al trattamento.

Per ridurre l'incidenza dell'errore nella misura, sono stati realizzati provini molto lunghi⁹. Le condizioni di prova sono state accentuate allo scopo di evidenziare meglio le differenze legate alle caratteristiche dei materiali da confrontare. Nella realizzazione dei provini la quantità di colla animale, che è l'elemento maggiormente reattivo del sistema, è generosa (1:7 in acqua peso/peso); la concentrazione scelta per le miscele consolidanti può essere considerata piuttosto elevata per un dipinto reale (15% p/v); il trattamento dei provini è stato fatto in due mani dal retro ed anche una dal fronte; inoltre, la forza con cui i provini sono tesi sul telaio elastico è stata incrementata del 30% rispetto a

un valore considerato 'normale' per il dipinto che si voleva imitare¹⁰.

Le miscele adesive testate:

1. Beva 371 in cicloesano, riattivato a caldo;
2. Plexisol P550 in acetone;
3. Paraloid B72 in acetone;
4. Paraloid B72 + Aquazol 500, 10% p/p, in acetone¹¹;
5. Aquazol 500 in acqua.

La sollecitazione igrometrica è stata seguita leggendo ogni 20 minuti la variazione di lunghezza delle molle (e dunque dei campioni), in una camera umida realizzata con un umidificatore, un piccolo ventilatore, un visualizzatore ed un *datalogger* di UR e T, alzando manualmente UR con la seguente progressione:

1. graduale aumento da UR 50% fino a UR 75%, in 90 minuti;
2. ulteriore aumento fino ad arrivare a saturazione dopo altri 150 minuti (ovvero alla quarta ora di prova);
3. permanenza vicino alla saturazione per altre due ore.

Il comportamento atteso per i provini in queste condizioni di prova può essere schematizzato in una prima fase di graduale allungamento dovuto al rigonfiamento della colla animale; una seconda in cui si assiste alla contrazione della tela causata dall'aumento drastico di UR; una terza che mostrasse lo scorrimento plastico delle fibre sotto tensione, dovuto alla permanenza in condizioni di saturazione.

I risultati, in tabella 1, sono stati coerenti con le attese per i campioni non trattati e per quelli consolidati con Beva 371 e Paraloid B72 (con o senza l'Aquazol come plastificante). Entrambi i consolidanti hanno però offerto un miglioramento rispetto al comportamento dei campioni non trattati, garantendo un minore allungamento nella fase di rilassamento delle colle (miglioramento lieve per il Beva e molto marcato per il B72). Nella fase di contrazione della tela non si notano differenze di rilievo, perché il valore assoluto della contrazione dei campioni è analogo a quello dei campioni non trattati: varia solo il valore di partenza, perché quelli trattati con B72 si erano allungati meno. Per la fase di scorrimento plastico, il Beva sembra avere una maggiore efficacia contenitiva rispetto al B72, perché la differenza è di soli 0,2 mm contro 0,4-0,5. A guardare bene i risultati però si direbbe piuttosto che si vada verso un livellamento della differenza tra i due materiali, entrambi in grado di dimezzare l'ampiezza della deformazione rispetto al provino non trattato, per quanto l'efficacia complessiva del B72 resti migliore anche come valore assoluto.

Più problematica la lettura del risultato ottenuto con gli altri due consolidanti. L'Aquazol 500 compare in questa lista un po' come modello del comportamento opposto al desiderato, essendo noto il suo comportamento igroscopico [WOLBERS 1998; TOCCI 2009] che lo rende in qualche modo più simile ad una gelatina animale che alle resine sintetiche di più comune impiego nel restauro dei manufatti artistici. Sorprende però vedere che già al 75% la sua presenza causa un allungamento del provino maggiore rispetto al non trattato, ma ancor più stupisce il fatto che ad elevata UR causi lo scorrimento plastico delle fibre al punto da impedire di leggere l'effetto della contrazione della tela. Questo risultato offre una conferma evidentissima del rischio insito nell'uso improprio di questo pro-

dotto, che sarebbe meglio non usare per impregnare materiali originali.

La risposta del Plexisol P550 è invece talmente inaspettata da sembrare necessario un supplemento d'indagine, anche perché non sembrerebbe legata alla permanenza di solventi¹². Si tratta infatti di uno dei materiali più comunemente usati per l'impregnazione a fini di consolidamento perché, essendo un butil-derivato, ha il vantaggio di essere solubile anche in solventi a bassa polarità (sebbene la stessa frazione butilica lo renda chimicamente meno stabile del Paraloid B72). In ogni caso le caratteristiche meccaniche del materiale sono comunque molto diverse da quelle del B72: la resistenza a trazione del P550 è circa un quarto di quella del B72 e il suo allungamento a rottura è di ben 30 volte superiore, dati che descrivono un materiale molto meno resistente¹³ e, ancor più, estremamente cedevole [BORGIOI 2005].

Una tale discordanza nel comportamento reologico dei campioni trattati con le due resine acriliche, ed il comportamento del P550 assai più simile a quello dell'Aquazol ha spinto recentemente a lanciare un nuovo e più articolato progetto di ricerca internazionale, tuttora in corso¹⁴.

In conclusione, per il dipinto di Tiziano si è scelto di usare la miscela di B72 e Aquazol (1:9 peso/peso) al 10% in acetone, perché offre un elevato contenimento della risposta reologica dei materiali igroscopici ad elevata UR (vedere tabella 1) ed è di provata efficacia come consolidante¹⁵. Inoltre, gli studi di R. Wolbers [WOLBERS 2008] dimostrano che la miscela risolve il problema della eccessiva rigidità del Paraloid B72 usato in soluzione senza additivi.

■ LA RIDUZIONE DELLE DEFORMAZIONI DEL DIPINTO

Dopo la rimozione delle tele di foderatura e della carta di velinatura, dopo il consolidamento della tela originale e degli strati preparatori

con la miscela selezionata, il supporto (costituito da tre teli a trama saia uniti nel senso verticale e da sei pezze ad armatura tela sui lati di sinistra e inferiore) si presentava fortemente ondulato a causa dell'umidità subita e dei trattamenti effettuati con la tela libera. Non era infatti possibile vincolarla sul perimetro, sia perché il bordo originale era estremamente degradato sia perché tutte le cuciture originali erano state tagliate durante le foderature passate e ogni trazione sul perimetro avrebbe messo a forte rischio la continuità dei giunti. Dopo il consolidamento, il dipinto è stato dunque rinforzato con delle fasce del leggerissimo tessuto in carbonio che sarà descritto nel prossimo paragrafo¹⁶, fissate con Plextol B500 al 50% a pennello (fig. 9). Sono stati dunque applicati dei bordi provvisori in tela pattina con lo stesso B500 riattivato a pennello con MEK e lasciato asciugare sotto peso. Il dipinto è stato dunque teso su un telaio interinale in legno, con la pellicola pittorica verso il basso, protetta con Melinex siliconato



9

TABELLA 1

DATI SPERIMENTALI SULLO STUDIO DEL COMPORTAMENTO REOLOGICO LEGATO AI CONSOLIDANTI: VALORE MEDIO DELL'ALLUNGAMENTO DEI CAMPIONI

	Umidità Relativa 75% fino a 1,5 h	Umidità Relativa 100% fino a 4 h	Umidità Relativa 100% fino a 6 h
Fenomeno atteso	Rilassamento colle	Contrazione tela	Scorrimento plastico
Non trattati	1,9 mm	1,7 mm	2,7 mm
Beva 371	1,7 mm	1,3 mm	1,5 mm
Paraloid B72	1,1 mm	0,7 mm	1,2 mm
Paraloid B72 + 10 % Aquazol	1,2 mm	0,9 mm	1,3 mm
Plexisol P550	2,1 mm	2,8 mm	3,8 mm
Aquazol 500	2,1 mm	4,4 mm	4,4 mm

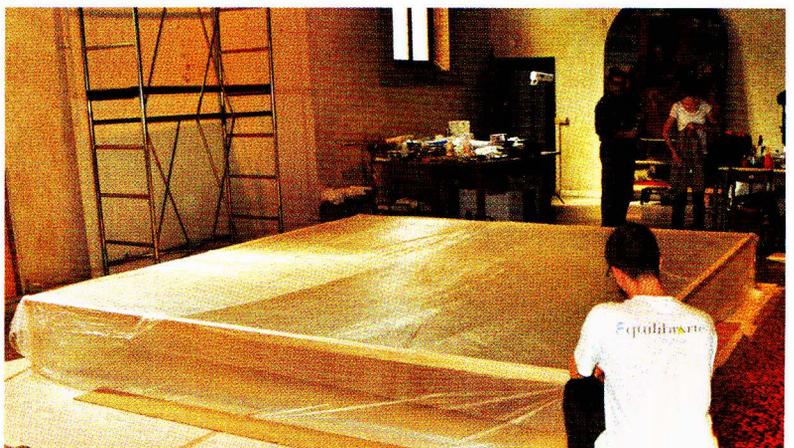
e tessuto non tessuto, sul pavimento a 'terrazzo alla veneziana' dei laboratori della Misericordia¹⁷. Sul dipinto è stata posata una camera di umidificazione realizzata con dei listelli in legno e della pellicola di polietilene: una scatola senza fondo posata sul pavimento intorno al dipinto (fig. 10). Con un umidificatore ad ultrasuoni ed un ventilatore per rimescolare l'aria ed evitare ristagni, l'umidità misurata un visualizzatore e un *datalogger* per UR e T. L'ambiente interno è stato portato a UR 75% per circa 2 ore, in modo che l'umidità assorbita pla-

Fig. 9

Le fasce in carbonio per rinforzare le zone più danneggiate del perimetro e restituire continuità strutturale alle cuciture tagliate.

Fig. 10

La camera di umidificazione posata sul dipinto.



10

Fig. 11
Correzione puntuale della
tensione per ridurre le
deformazioni del dipinto.

stificasse i materiali costitutivi e facesse rilassare il dipinto evidenziando le ondulazioni. La camera di umidificazione è stata sollevata facilmente per liberare il dipinto e correggere le deformazioni aumentando localmente il tensionamento con pinza tenditela e punti metallici. La tensione aggiunta era minima, perché la contrazione dei materiali in essiccazione esercita una trazione sul telaio sufficiente a spianarne le ondulazioni. L'intervento è stato ripetuto 5 volte in due giorni, lasciando tornare il dipinto a UR ambientale (ca. 50%) tra una fase di umidificazione/tensionamento e la successiva, ed ha consentito di risolvere la quasi totalità delle deformazioni con grande delicatezza e senza bisogno di stiratura (fig. 11).

■ COSTRUZIONE DEL TESSUTO PER LA NUOVA FODERATURA

L'obiettivo di ogni foderatura è accoppiare a un materiale cedevole o danneggiato uno meno estensibile, perché sia questo a sostenere gli stress del tensionamento e a garantire la planarità all'insieme [BERGER 1976; HEDLEY 1981; MECKLENBURG 1982].

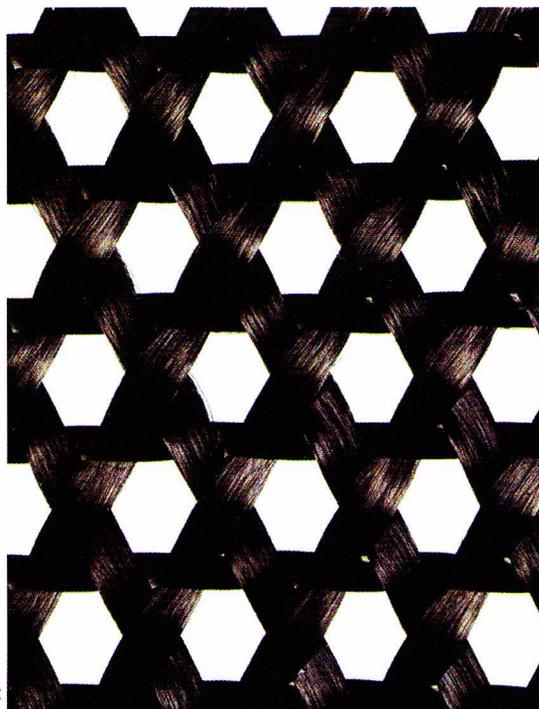
La ricerca di supporti poco estensibili è nella



11

consapevolezza degli artisti da tempi remoti, e la testimonianza del pittore inglese Holman Hunt (1827-1910) «I have been searching at linen merchants for the stronger but regular fabric. No. 7 is a sample of sail-cloth, made the best preserved linen fiber, of the longest and finest character, chosen to make canvas of the greatest strength and lightness combined... the canvas of Turner's 'Calais Pier' and 'The shipwreck' are at least of this substance»¹⁸, citata da Hedley [HEDLEY 1982], appare particolarmente significativa perché fa riferimento a una contaminazione tecnologica tra l'arte e l'industria navale. Hunt menziona inoltre la questione del peso, così importante per dipinti a soffitto.

Per sostituire la foderatura del Davide e Golia si è voluto utilizzare la tela dalle caratteristiche che più si avvicinassero a questa descrizione, con l'obiettivo di realizzare un intervento strutturale aggiornato e in linea con le possibilità tecnologiche del momento. La ditta giapponese SAKASE Adtech, che produce tessuti in carbonio ad alto modulo elastico per usi aerospaziali, ci ha permesso di accedere a un tessuto triassiale, una rete in fibra di carbonio con fori esagonali di 1 mm di lato, sottile e leggera (75 g/m²)¹⁹, che è sembrata molto adatta allo scopo (fig. 12). Il tessuto ha altezza insufficiente per le dimensioni del dipinto, per cui si è deciso di unirne tre pezze affiancate con un'impregnazione di resina eposidica²⁰ sottovuoto, con una tecnica a strati (*peel-ply*, schermo microforato, drenante, fig. 13) che ha consentito di lasciare aperti i fori esagonali e quindi conservare la capacità del tessuto di permettere scambi di umidità sul retro. Inoltre, il fatto che il tessuto sia realizzato con filamenti non ritorti ha consentito di evitare i rigonfiamenti tipici della sovrapposizione tra i fili, perché questi si schiacciano sottovuoto (fig. 14). Il materiale ottenuto ha una superficie liscia e microforata, grande omogeneità strutturale ed elevatissima resistenza all'allungamento, in grado dunque



di fornire un supporto inestensibile di ottima qualità con un peso complessivo di 130 g/m².

IL METODO DI FODERATURA

La maggior parte dei metodi di foderatura, in particolare per dipinti di formato medio-grande, richiede l'uso di calore o umidità. I metodi a colla pasta richiedono entrambi simultaneamente. Come è noto e storicamente oggetto di dibattito in conservazione, si tratta di sollecitazioni dannose per il dipinto, che si è voluto evitare utilizzando un metodo di foderatura a freddo ed a secco. La realizzazione del tessuto in carbonio appena descritto è andata di pari passo con la messa a punto di un metodo, derivato dalle sperimentazioni di W.R. Mehra [MEHRA 1972] e da quelle di J. Van Och [VAN OCH 2003], che permette la riattivazione dell'adesivo simultaneamente sull'intera superficie. Il metodo utilizzato si basa sull'applicazione dell'adesivo a spruzzo sulla tela di foderatura,

poi riattivato con vapori di metiletilchetone all'interno di un sacco per il vuoto. Le principali differenze rispetto al *mist lining* proposto dallo Stichting Restauratie Atelier Limburg (SRAL) [VAN OCH 2003], sono nella scelta e nelle modalità di applicazione dell'adesivo e del solvente per la sua riattivazione. Il *mist lining* si basa sull'uso di una miscela di adesivi acrilici in emulsione (7 parti di Plextol D360 e 3 parti di Plextol B540)²¹, spruzzati sulla superficie di una tela di foderatura precedentemente abrasa per sollevare una minuta peluria di fibre che consente di ottenere una 'nuvola di adesivo' morbido e filamentoso aumentando la superficie di adesione. La temperatura di transizione vetrosa del Plextol D360 (-8 °C) è sempre inferiore a quella ambiente, cosa che gli conferisce una consistenza cedevole e lo rende permanentemente appiccicoso al tatto, come la superficie di un nastro adesivo. La sua riattivazione termica (passaggio di stato per fusione) avviene intorno a 40 °C, il che porta automaticamente ad escluderlo dalla formulazione adesiva da impiegare per il *Davide e Golia* a causa delle temperature elevate attese nell'ambiente di conservazione, perché usarlo in miscela con dispersioni con Tg più elevate²³ non risolve il problema: a temperature appena più elevate del normale si ha una riduzione della forza del giunto adesivo²⁴ ed il rischio di migrazione di componenti del Plextol D360²⁵.

Tra le emulsioni acriliche più sperimentate della storia della conservazione è il Plextol B500, scelto da Mehra per i suoi sistemi di foderatura, che ha una temperatura di transizione vetrosa molto più alta (9 °C)²⁶, e per la riattivazione termica ha una temperatura (> 80 °C) che esclude problemi di ordine ambientale. L'allungamento a rottura del Plextol D360 è 1000%, descrivendo un polimero molto cedevole, mentre per il B500 si ha il valore di 600% [HORIE 2010, p. 196] tipico di un polimero di media tenacità. La scelta di

Fig. 12
Immagine ingrandita del tessuto triassiale in carbonio. Il lato dell'esagono misura 1 mm.

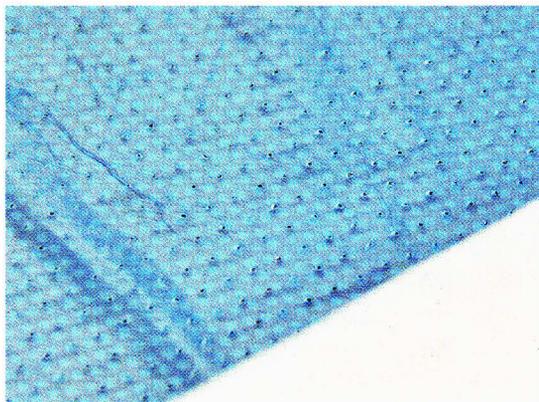


Fig. 13
Lo schermo microforato per l'estrazione della resina epossidica in eccesso.

usare il solo B500 per foderare il *Davide e Golia* sembrava dunque offrire garanzie sufficienti su tutti i fronti.

Addensato in modo simile alla miscela usata dallo SRAL²⁷ prima di applicarlo a spruzzo sulla tela di foderatura, dopo alcune prove si è ritenuto utile modificare la modalità di applicazione: non più in forma di fiocchi a rilievo ma di minute goccioline (ca. 0,4 mm di diametro massimo) che ne ricoprono la superficie (fig. 15). D'altronde non sarebbe stato possibile né utile sfilacciare la tela di carbonio.

L'aspetto più interessante ed intrinsecamente innovativo del *mist lining* proposto dallo SRAL è nel metodo di riattivazione simultanea dell'adesivo, che permette di ottenere una elevata omogeneità di adesione e mantiene il dipinto in una situazione critica per un tempo assai limitato. Infatti, un tessuto leggero è impregnato con il solvente e poi srotolato sulla tela di foderatura già in posizione sul dipinto. Il tutto avviene all'interno di un sacco da vuoto perché il solvente, in quantità così limitata da non poter essere rilasciato in forma liquida, evapora molto rapidamente. Rispetto a tutti gli altri metodi di riattivazione a freddo i vantaggi sono nell'omogeneità e nella riproducibilità del trattamento perché si usa una quantità nota di solvente, rendendo riproducibile l'operazione e almeno in parte prevedibile il risultato ottenuto.

13 La sostituzione dell'adesivo e del suo solvente ha richiesto una rielaborazione del sistema. Infatti la superficie appiccicosa del Plectol D360 permette l'adesione anche con una riattivazione a solvente solo blanda e parziale, per cui il metodo originario prevede l'uso di una quantità di solvente molto bassa²⁸. Un alcool da solo è inadeguato alla riattivazione del Plectol B500 e si volevano evitare componenti aromatiche e solventi con un tempo di ritenzione elevato nella resina acrilica o nel dipinto stesso, per cui si è optato per un solvente tra i più efficaci per le resine acriliche, il metiletilchetone, in quantità sufficiente a ottenere una buona tenuta del giunto adesivo. L'opera è esposta in orizzontale a 13 metri d'altezza, in una posizione che rende estremamente difficile l'accesso per controlli periodici.

Sperimentazioni preliminari hanno consentito di verificare che con basse quantità di adesivo, ma ancor più limitando la quantità di solvente, si ottiene una buona reversibilità meccanica a secco, con permanenza dell'adesivo sulla tela di foderatura. Dunque l'interazione tra l'adesivo e il dipinto è tale da ridurre al minimo indispensabile le interazioni, così come ricercato da Mehra a partire dagli anni Settanta. Le stesse indagini preliminari hanno orientato alla scelta di una quantità d'adesivo (110 g/m² di materia secca) e di solvente (180 g/m²) che permettessero di ottenere la forza di adesione desiderata per il nostro dipinto, sebbene a discapito di una pura reversibilità meccanica 'nap-bond'. Per ragioni principalmente estetiche, si è proceduto poi a una seconda foderatura, con lo stesso metodo, con una tela di lino molto fitta e sottile (180 g/m²)²⁹. La presenza di un tessuto aggiuntivo è sembrata un compromesso accettabile in un contesto così altamente sperimentale, anche perché consente di ridurre i rischi legati ad una certa fragilità intrinseca ai tessuti in carbonio/epossidica. Infatti un tessuto di lino è molto più resistente

agli urti, sebbene la flessibilità del nostro tessuto triassiale in carbonio dopo l'impregnazione con resina epossidica resti molto elevata (può essere arrotolato su una matita senza spezzarsi).

In ogni caso, il peso complessivo del sistema di foderatura è molto basso: ca. 530 g/m² (130 g/m² per il carbonio/epossidica + 180 g/m² per il tessuto di lino + 220 g/m² per il Plectol B500). Una doppia foderatura a colla pasta come quella che si è sostituita pesa intorno ai 1500 g/m² (ca. 1 kg/m² di tele e ca. 500 g/m² di colla secca). Il peso aggiunto è dunque ridotto di due terzi rispetto alle soluzioni tradizionali, con evidenti vantaggi per l'esposizione in orizzontale. Gli altri vantaggi rispetto alla foderatura tradizionale sono nella grande stabilità alle variazioni di UR e nella reversibilità, che con vapori di solvente è veloce e non traumatica. Dopo tale esperienza il metodo è stato impiegato (usando però la tela pattina di lino) in molti casi interessanti, tra cui il *San Carlo Borromeo* del Saraceni [IACCARINO IDELSON 2014] e il *Martirio di San Lorenzo* di Mattia Preti a Malta³⁰, che misura 6 x 4 m. Il metodo è stato poi oggetto di una sperimentazione in collaborazione con La Venaria Reale ed il Politecnico di Torino³¹, che ha visto l'esecuzione di decine di mq di campioni e molte prove al dinamometro per la caratterizzazione del giunto adesivo in funzione delle quantità di adesivo e di solvente usato per la sua riattivazione.

Attualmente è in corso una nuova sperimentazione per sistemi in cui l'applicazione dell'adesivo sulla tela di foderatura avviene a rullo e non a spruzzo, e la riattivazione con miscele di solventi a polarità inferiore.

■ IL MONTAGGIO SU TELAIO ELASTICO A SCORRIMENTO PERIMETRALE E IL NUOVO FISSAGGIO AL SOFFITTO

Il tensionamento elastico su un telaio in alluminio con scorrimento perimetrale con rulli su cuscinetti a sfere (figg. 16-18) ha permesso di

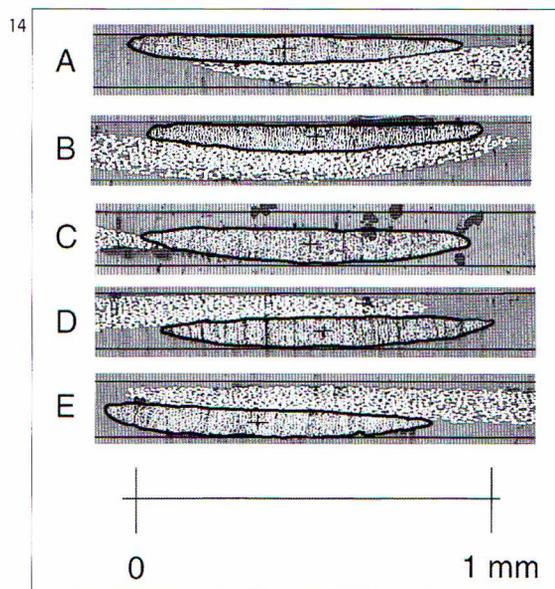


Fig. 14
Sezione SEM del tessuto di carbonio dopo impregnazione con epossidica sotto vuoto.

rendere trascurabile l'inflessione del dipinto verso il basso. La tensione è interamente scaricata sul tessuto di carbonio (lo strato con il modulo elastico più alto a trazione). La forza scelta (2,2 N/cm) ha un valore solo leggermente superiore alla media di quella utilizzata da Equilibrarte. Infatti, l'esperienza ha insegnato che la forza necessaria a recuperare lo spanciamiento in un sistema elastico a scorrimento peri-

Fig. 15
Il tessuto dopo l'applicazione a spruzzo del Plectol B500.

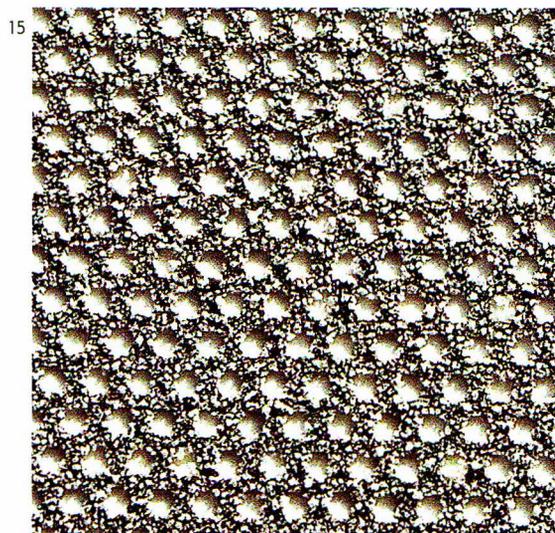


Fig. 16

Angolo del telaio con rulli su cuscinetti a sfere.

Fig. 17

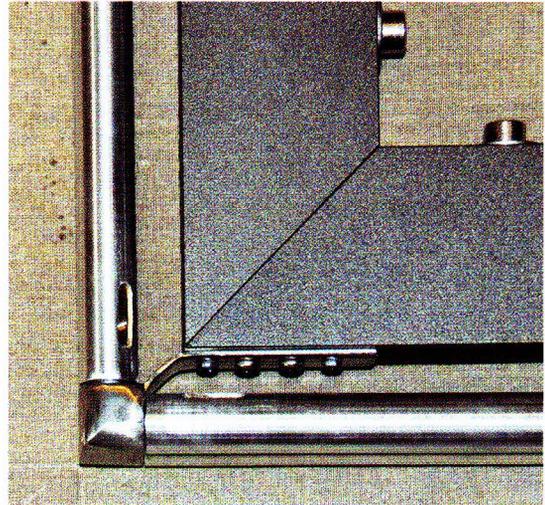
Vista posteriore del dipinto montato sul nuovo telaio elastico.

Fig. 18

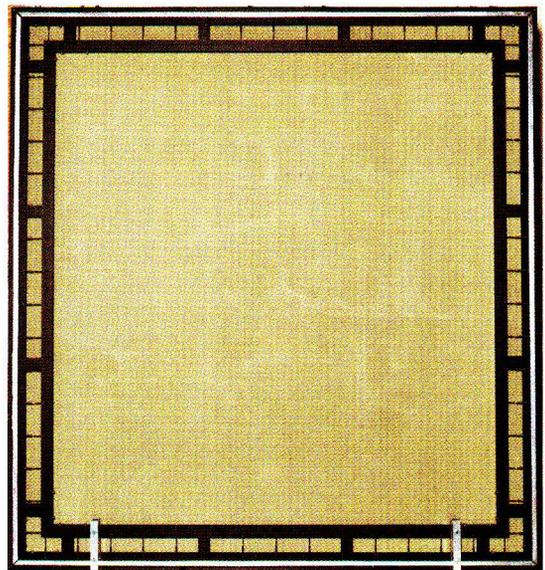
Dettaglio delle molle con il sistema di regolazione del tensionamento.

metrale è correlata principalmente al peso al mq dell'opera, essendo le dimensioni meno rilevanti di quanto ci si possa aspettare. Per i grandi dipinti a soffitto della Galeria Dorada del Palazzo Ducale di Gandía [IACCARINO IDELSON 2013], molto più pesanti a causa della foderatura e molto più grandi (10 metri per 5), una tensione intorno ai 3 N/cm era stata sufficiente ad ottenere uno spanciamento così limitato da non essere percepibile dal basso. Il sistema elastico a scorrimento perimetrale si basa sul semplice concetto di utilizzare la forza minima necessaria per ottenere le risposte meccaniche richieste al dipinto (resistenza alle sollecitazioni ortogonali al piano) ma soprattutto sempre molto inferiori alla resistenza del dipinto stesso ad una sollecitazione costante. Moltissimi esempi in tal senso sono stati pubblicati negli anni dopo il lavoro dell'Istituto Centrale per il Restauro sul *San Gerolamo* di Caravaggio [ACCARDO 1991]. In particolare, la riduzione delle forze impiegate al minimo indispensabile è stato l'obiettivo principale della ricerca condotta tra il 2000 ed il 2003 [IACCARINO IDELSON 2004] e poi di tutto il lavoro di Equilibrarte sul tensionamento dei dipinti su tela. Gli effetti di lunga durata di un tensionamento di questo tipo iniziano ad essere verificati dopo un consistente numero di anni. Tra gli altri si cita il caso di un dipinto in prima tela di Olivier Debré posto in tensione con 1,8 N/cm nel 2002. Lo stato di conservazione dell'opera, esposta in un ambiente con un microclima non controllato, è stato verificato regolarmente da Alain Roche [ROCHE 2016], che riporta una perfetta planarità e nessun segno di stress meccanico al punto da permettere all'autore di sostenere che non si sia verificato nessun nuovo del cretto, il cui rapido aumento era invece il principale problema conservativo prima dell'intervento.

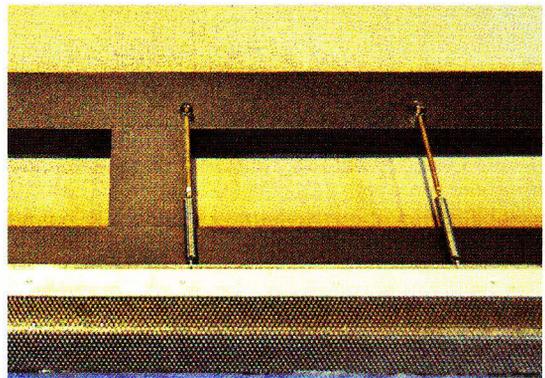
Il telaio è senza traverse, in profilati d'alluminio da 60x30 mm assemblati in una fascia reticolare molto robusta, con un peso complessi-



16



17



18

vo (incluso il sistema di tensionamento) di ca. 31 kg (figg. 16-18). I tre dipinti che costituiscono il ciclo del *Vecchio Testamento* sono stati ricollocati con un nuovo sistema di carrucole su profilati in acciaio inossidabile e piccoli paranchi a catena, il tutto inserito tra il soffitto e i dipinti recuperando lo spazio necessario per arretrarli in modo da riproporre la quota e la configurazione originaria delle cornici.

Il dimensionamento dei profilati di acciaio inox, delle staffe e della viteria d'ancoraggio è ampiamente sovradimensionato rispetto ai carichi e così la scelta dei paranchi, che portano ciascuno un carico certificato 500 kg a fronte di un carico reale di ca. 15 kg (non superiore a 50 kg in caso di incidente o errore di manipolazione).

Le catene (sottili e piuttosto leggere) sono contenute nei due scatolati lignei che separano i tre dipinti (fig. 19). I paranchi sono azionati lavorando su un trabattello, così da poter sorvegliare da vicino i movimenti dei dipinti (fig. 20) e per poter successivamente chiudere le parti mobili delle cornici.

IL RESTAURO DEL DIPINTO

La pulitura della superficie dipinta è stata eseguita in modo selettivo e progressivo. Era necessario asportare innanzitutto la vernice ossidata e imbrunita e i ritocchi dell'ultimo restauro alterati dalle colle sciolte dall'acqua, operazione eseguita con una miscela a base di ligroina e acetone, proporzioni 40:60 in volume. La rimozione di questi strati ha portato alla luce una superficie dipinta molto disomogenea: macchie e alterazioni evidenti in corrispondenza dei segni lasciati dal ristagno dell'acqua sul retro del dipinto, alcune colature nel collo di Golia e le ridipinture più antiche del cielo alterate, anche per la presenza massiccia di sostanze proteiche. Un chelante addensato, tamponato a diversi valori di pH (tra 6,5 e 8) è stato impiegato per rimuovere le sostanze proteiche e assotti-

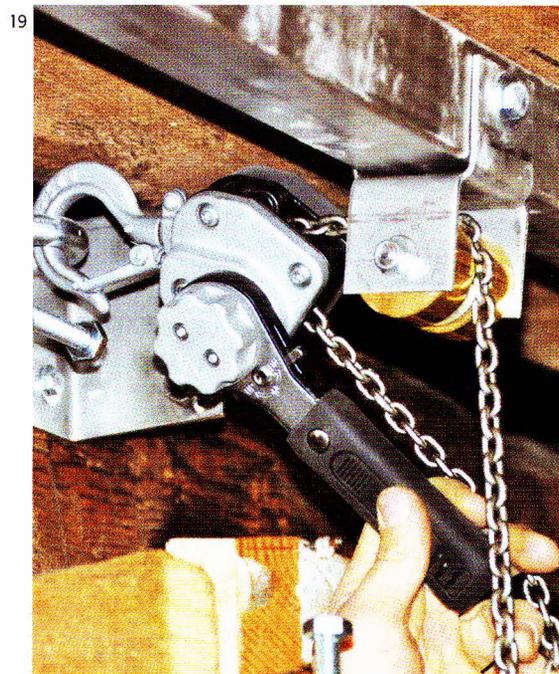


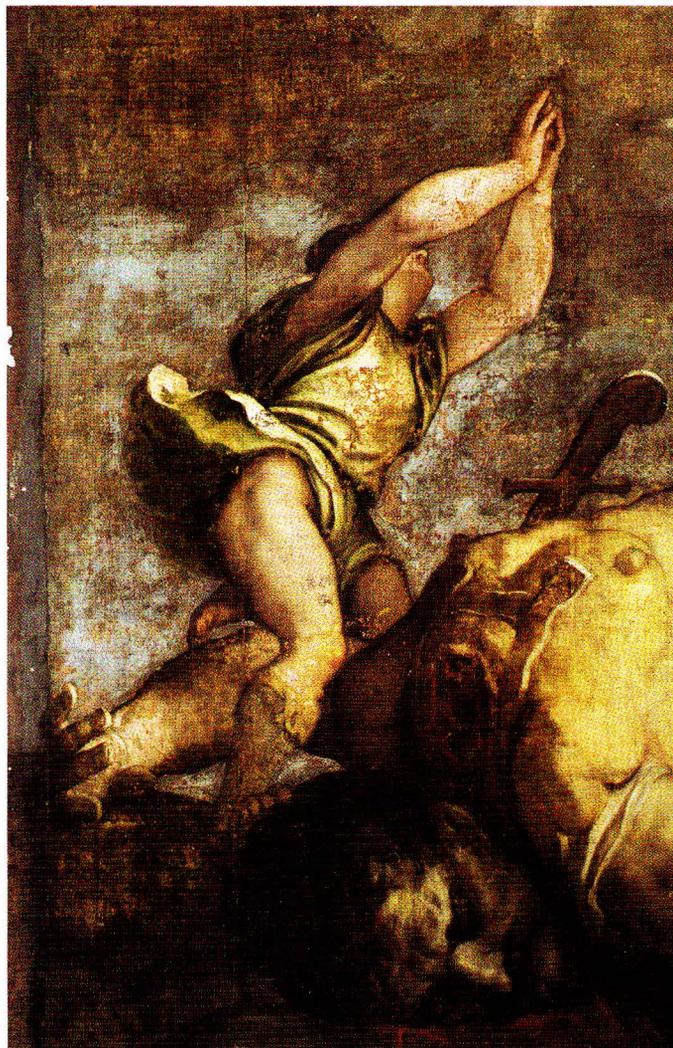
Fig. 19
Sistema di sollevamento e montaggio dei tre dipinti: paranco miniaturizzato e posizionamento carrucole.



Fig. 20
Sollevamento dei dipinti: i paranchi sono azionati dal trabattello.



21a



21b

Fig. 21

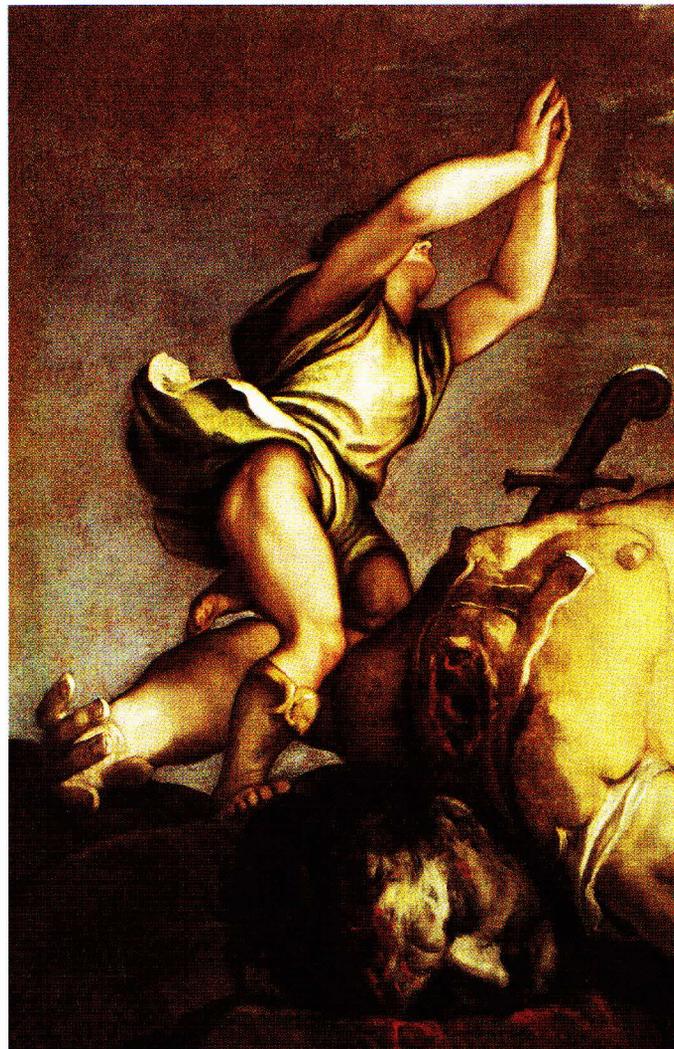
Davide e Golia durante la pulitura: prima (a) e dopo (b) la riduzione delle deformazioni.

gliare le ridipinture. Per asportare le vernici di restauro più antiche si è scelto di utilizzare una miscela di acetone e alcol etilico 1:1 in volume, con fd 42, in piccoli tamponi imbevuti di solvente non addensato.

Sebbene la materia pittorica originale fosse molto abrasa e impoverita, mostrando ampie zone di imprimitura colorata, a conclusione della pulitura sono emersi interessanti dettagli tecnici caratteristici della pittura di Tiziano: il disegno preparatorio, realizzato a punta di pennello e in parte mantenuto nella composizione finale in corrispondenza della corazza di Golia; i segni delle pennellate originali ben visibili nel cielo e nelle nuvole; larghe pennellate cariche di biacca e smaltino, utilizzate attorno alle figure (fig. 21b).

La prima verniciatura, necessaria per resti-

tuire agli strati pittorici omogeneità di saturazione ed uniformità di rifrazione ottica, ha richiesto particolare attenzione e prove con materiali e modalità di applicazione diversi. Si è dunque scelto di effettuare una prima stesura a pennello di vernice chetonica (Laropal K80 diluita al 15% in 80 ml Shellsol D 40 e 20 ml Shellsol A100), che ha garantito un buon livellamento e saturazione. Per la stuccatura delle lacune stuccature si è studiato ed utilizzato un impasto con elevate caratteristiche elastiche, composto di gesso di Bologna, caolino³², pigmenti e colla di coniglio (1:20). In funzione della successiva presentazione estetica, è stata fatta una scelta metodologica in relazione all'estensione delle lacune rispetto alla pellicola pittorica conservata: sono state stuccate soltanto le lacune nelle zone in cui il dislivello tra tela e colore



22a

22b

era più evidente, privilegiando le figure rispetto allo sfondo che era comunque più uniforme dal punto di vista dei livelli (fig. 22a). Dopo la stuccatura si è proceduto all'applicazione a pennello di vernice sintetica Surfin Vibert della Lefranc & Bourgeois.

La reintegrazione pittorica era particolarmente complessa a causa dell'estensione delle lacune e dell'abrasione degli strati pittorici, in particolare nei fondi e nel cielo, in cui lo smaltino alterato è stato liberato dalle pesanti ridipinture. Si è scelto un approccio che fosse il più possibile rispettoso della materia pittorica rivelata, partendo da un'accurata fase di riequilibrio dell'imprimatura e delle aree abrase, che è stata molto utile per valorizzare e rendere più comprensibili le pennellate originali delle nuvole e del cielo. In una seconda fase, sono state

integrate le porzioni di pellicola pittorica ricollegando le pennellate originali, ove l'interpretazione sembrava lecita. Sono stati usati i colori a vernice Gamblin diluiti con etilattato e alcol etilico (fig. 22b).

■ CONCLUSIONI

Il restauro del *Davide e Golia* , anche grazie al clima di particolare fiducia reciproca e collaborazione che è stato possibile instaurare nel contesto di lavoro, ha consentito di mettere a punto tecniche innovative e raffinare conoscenze e metodologie d'intervento. Alcuni di questi passi avanti portano ancora i loro frutti alle persone e alle ditte coinvolte, le ricerche iniziate per le tematiche del consolidamento e della foderatura non si sono mai interrotte e saranno oggetto di pubblicazioni a venire.

Fig. 22

Davide e Golia durante la stuccatura (a) e dopo la reintegrazione pittorica (b).

Si ringraziano il dr. Marion F. Mecklenburg (senior conservation scientist della Smithsonian Institution di Washington D.C.) per le utili conversazioni sulle caratteristiche del tessuto di supporto; la Sakase Adtech (Fukui-Ken, Giappone) per aver parzialmente sponsorizzato la fornitura del tessuto triassiale in carbonio; gli studenti del Corso di Restauro dei Beni Culturali dell'Università di Urbino che, frequentando il corso di restauro dei dipinti su tela tenuto da Antonio Iaccarino Idelson nell'anno accademico 2010-11, si sono resi disponibili a partecipare alle sperimentazioni sui consolidanti e i metodi di foderatura, in particolare Paola Alba, Lucia Carboni e Daniele Costantini, la cui tesi di laurea triennale ha avuto come oggetto proprio il metodo di foderatura a freddo e a secco messo a punto per il Davide e Colia.

La radiografia alla figura 2a è stata eseguita da Ornella Salvadori; quella alla fig. 2b da Paolo Spezzani; la foto alla fig. 14 è tratta da Kueh 2005.

BIBLIOGRAFIA

[RIDOLFI 1835] C. RIDOLFI, *Le Maraviglie dell'arte ovvero le vite degli illustri pittori veneti e dello Stato descritte dal cav. Carlo Ridolfi*, Padova 1835, Seconda edizione, 2 voll (Prima edizione Venezia 1648).

[MEHRA 1972] V.R. MEHRA, *Comparative Study of Conventional Relining Methods and Materials and Research Towards Their Improvement*, in *Interim meeting*, Atti dell'ICOM Conference, Committee for the care of paintings, Madrid 1972.

[BERGER 1976] G. BERGER, *Unconventional treatments for unconventional paintings*, "Studies in Conservation", 1976, 21, 3, pp. 115-128.

[HEDLEY 1981] G. HEDLEY, *The stiffness of lining fabrics: theoretical and practical considerations*, in *Preprints of the ICOM CC 6th Triennial Meeting*, Ottawa 21-25 September 1981, Paris 1981, pp. 81/2/2.

[VALCANOVER 1981] F. VALCANOVER, *Da Tiziano a El Greco, Per la storia del Manierismo a Venezia*, Catalogo della mostra, Venezia (Palazzo Ducale) settembre-dicembre 1981, Venezia 1981.

[HEDLEY 1982] G. HEDLEY, C. VILLERS, *Polyester sail-cloth fabric: a high-stiffness lining support*, "Studies in Conservation", 1982, 27, 1, pp. 154-158.

[MECKLENBURG 1982] M.F. MECKLENBURG, *Some aspects of mechanical behaviour of fabric supported canvas paintings*, Reserch Supported under the National Museum Act, Report to the Smithsonian Institution, 1982, unpublished.

[NEPI SCIRÈ 1990] G. NEPI SCIRÈ, *Recenti restauri di opere di Tiziano a Venezia; Soffitti della Chiesa di Santo Spirito in Isola; Annunciazione di San Salvador; Madonna col Bambino; La Pietà*, in *Tiziano*, Catalogo della mostra, Venezia-giugno-ottobre 1990 e Washington October 1990-January 1991, Venezia 1990.

[ACCARDO 1991] G. ACCARDO, A. BENNICI, M. TORRE, *Tensionamento controllato della tela*, in *Il San*

Gerolamo di Caravaggio a Malta. Dal furto al Restauro, Istituto Centrale per il Restauro, Roma 1991.

[WOLBERS 1998] R. WOLBERS, M. MCGINN, D. DUERBECK, *Poly(2-Ethyl-2-Oxazoline): A New Conservation Consolidant*, in V. DORGE, F.C. HOWLETT (eds), *Painted wood History Conservation*, Proceeding of Wooden Artifacts Group American Institute for Conservation Symposium, Williamsburg (VA) 11-14 November 1994, pp. 514-528, Los Angeles; 1998.

[VAN OCH 2003] J. VAN OCH, R. HOPPEN-BROWERS, *Mist-lining and low-pressure envelopes: an alternative lining method for the reinforcement of canvas paintings*, "Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung", 2003, 17, 1, pp. 116-128.

[IACCARINO IDELSON 2004] A. IACCARINO IDELSON, *Studio del comportamento del sistema dipinto-telaio elastico: ricerca nata da una collaborazione*, in G. CAPRIOTTI, A. IACCARINO IDELSON (a cura di), *Il tensionamento dei dipinti su tela. La ricerca del valore di tensionamento*, Firenze 2004.

[BORGIOLI 2005] L. BORGIOLI, P. CREMONESI, *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*, Saonara (PD) 2005.

[KUEH 2005] A. KUEH, O. SOYKASAP, S. PELLEGRINO, *Thermo-mechanical behaviour of single-ply triaxial weave carbon fibre reinforced plastic*, in K. FLETCHER (Ed.), *European Conference on spacecraft structures, materials & mechanical testing*, Proceedings of the European Conference, Noordwijk 10-12 May 2005, ESA SP-581.

[WOLBERS 2008] R. WOLBERS, *Proprietà meccaniche a breve termine degli adesivi: effetto dei solventi e dei plastificanti*, in CESMAR7, D. KUNZELMAN (a cura di), *L'attenzione alle superfici pittoriche. Materiali e Metodi per il Consolidamento e Metodi Scientifici per Valutarne l'efficacia*, Atti del Terzo Congresso Internazionale Colore e conservazione, Milano 10-11 novembre 2006, Saonara (PD) 2008.

[CIATTI 2009] M. CIATTI, L. CONTI, S. CONTI, A. IACCARINO IDELSON, L. MARTINI, D. ROSSI, C. SERINO, L. SOSTEGNI, *Ancora un restauro 'impossibile': la Madonna del Rosario del Sodoma*, "OPD Restauro", 2009, 21, pp. 123-138.

[TOCCI 2009] L. TOCCI, *Valutazione dell'Aquazol (peox-poli2-etil-2-ossazolina) utilizzato come consolidante della tela di supporto dei dipinti*, in *Lo Stato dell'Arte 7*, VII Congresso Nazionale IGIIC, Napoli 8-10 ottobre 2009, Firenze 2009.

[HORIE 2010] C.V. HORIE, *Materials for Conservation. Organic consolidants, adhesives and coatings*, Oxford 2010.

[Seymour 2012] K. SEYMOUR, J. VAN OCH, *Demystifying mist-lining. An introduction to the lining process and case studies*, "The picture restorer", 2012, 40, pp. 11-13.

[IACCARINO IDELSON 2013] A. IACCARINO IDELSON, C. SERINO, *Le grandi tele nel soffitto della Galeria Dorada di Gandia (Spagna). Smontaggio e ricollocazione, restauro e rifunzionalizzazione elastica dei telai originali*, in CEMART7, C. LODI, C. SBURLINO (a cura di), *Prima, durante... invece del restauro*, Atti del Sesto Congresso Internazionale *Colore e conservazione*, Parma 16-17 novembre 2012, Padova 2013.

[ORATA 2013] L. ORATA, *Un adesivo termoplastico modulabile secondo le caratteristiche dell'opera*, "Kermes", 2013, 90, pp. 57-66.

[IACCARINO IDELSON 2014] A. IACCARINO IDELSON, C. SERINO, *Restauro strutturale del dipinto*, in M.B. DE RUGGERI, M. CARDINALI, G.S. GHIA, A. IACCARINO IDELSON, C. SERINO, *Carlo Saraceni e la tela di S. Carlo Borromeo in S. Lorenzo in Lucina. Analisi e recupero di un testo pittorico*, "Kermes", 2014, 91, pp. 58-64.

[ROCHE 2016] A. ROCHE, *La conservation des peintures modernes et contemporaines*, CNRS Editions, Paris 2016, pp. 191-195.

AUTORI

Antonio Iaccarino Idelson, *Restauratore*, Equilibrate srl, iaccarino.a@gmail.com

Carlo Serino, *Restauratore*, Equilibrate srl, carlo.serino@gmail.com

Sandra Pesso, *Restauratrice*, sandra.pesso@gmail.com

Gloria Tranquilli, *Restauratore conservatore*, ICR,

gloria.tranquilli@beniculturali

Stefano Volpin, *Chimico*, Gallerie dell'Accademia di Venezia,

stefano.volpin@beniculturali.it

NOTE

¹ Fortunatamente i pompieri usarono acqua dolce trasportata con le cisterne e non l'acqua salmastra della laguna (come in molti altri casi), che avrebbe causato danni ben maggiori.

² Lavori diretti ed eseguiti da Gloria Tranquilli con la collaborazione di Uni.S.Ve. srl (Unione Stuccatori Veneziani). La dottoressa Fiorella Spadavecchia, funzionario storico dell'arte della Soprintendenza di Venezia ha seguito la direzione dei lavori insieme alla dottoressa Gloria Tranquilli, funzionario restauratore per la stessa Soprintendenza; la ditta Equilibrate ha eseguito il restauro strutturale, la ditta Sandra Pesso il restauro pittorico.

³ Le stratigrafie sono state allestite, in accordo con il Documento NorMaL 14/83 - *Sezioni Sottili e Lucide di Materiali Lapidari: Tecnica di Allestimento*, inglobando in resina poliesteri polimerizzabile a freddo i frammenti di materiale pittorico ritenuti più completi e rappresentativi. Le sezioni trasversali lucide così ric-

vate sono state osservate al microscopio ottico, con sorgenti di luce visibile e ultravioletta; i componenti sono stati identificati mediante test microchimici, prove istochimiche per l'identificazione dei leganti direttamente sulla sezione e analisi chimica elementare al microscopio elettronico corredato di microsonda (ESEM-EDS) secondo quanto riportato nella normativa per i Beni Culturali.

⁴ I test microanalitici impiegati sono stati finalizzati alla ricerca di sostanze proteiche (tipiche di colle animali, caseine e tempere all'uovo), composti saponificabili (riconducibili all'utilizzo di oli siccativi, alcune cere e grassi in genere) e resine naturali di natura terpenica.

⁵ I frammenti di carta sono stati trattati per 1 ora con acqua bidistillata all'ebollizione e nella soluzione ottenuta sono stati ricercati gli anioni più comuni relativi ai sali solubili (solfati, nitrati e cloruri). Successivamente, il solvente è stato allontanato sotto vuoto e il residuo studiato spettroscopicamente. Gli spettri, registrati mediante un Paragon 500 della Perkin Elmer, sono stati interpretati sia attribuendo alle singole bande di assorbimento i relativi gruppi funzionali sia per confronto diretto con tracciati di standard preparati in laboratorio o presenti in letteratura.

⁶ Dovuta all'intervento del 1990. La foderatura fu eseguita dalla ditta Volpin, che sostituì anche il telaio; il restauro della superficie dipinta da Chiara Maida, Alfeo Michieletto e Gloria Tranquilli (Soprintendenza ai BAS di Venezia).

⁷ Citrato d'ammonio addensato con Carbopol Ultrez 21.

⁸ In contesti analoghi, sempre a Venezia, abbiamo misurato picchi estivi di Temperatura fino a 50 °C sul dipinto.

⁹ I provini misuravano 8 cm (taglio in drittofilo) x 110 cm nel senso della misura.

¹⁰ Tela pattina di puro lino con riduzione 9x9 fili al cm; l'appretto è realizzato con due stesure di colla di coniglio 1:7 p/p; la preparazione con due mani di gesso legato con la stessa colla; la tensione di ciascun provino ottenuta con 2 molle (in acciaio inox 303; diametro spira 9 mm; diametro filo 0,8 mm; lunghezza avvolgimento chiuso 60mm; K pari a ca. 0,2 N/mm) che erogano un tensionamento complessivo pari a 2,5 N/cm. Per un dipinto di caratteristiche simili (o piuttosto per un dipinto nuovo realizzato con gli stessi materiali, si sarebbe scelta una tensione intorno a 1,8 N/cm).

¹¹ Si tratta di una miscela proposta da Richard Wolbers nel 2006 per ridurre la rigidità del Paraloid B72 dopo la completa evaporazione del solvente. La

piccola percentuale di Aquazol si lega alla molecola acrilica dando luogo ad un composto più flessibile, agendo da plastificante. La differenza con i plastificanti veri e propri è che l'Aquazol non si separa altrettanto facilmente ed agisce da plastificante 'interno', con le note caratteristiche di stabilità chimica.

¹² Il solvente di confezionamento è benzina rettificata, dunque piuttosto volatile, e l'acetone usato per la soluzione avrebbe in ogni caso potuto favorire l'allontanamento della fase solvente. Il tempo di asciugatura era stato superiore ad una settimana, lo stesso per i provini di tutte le serie.

¹³ Secondo HORIE [HORIE 2010], la Tg del Plexisol P550 è pari a 25 °C, contro i 40 °C del Paraloid B72.

¹⁴ Grazie a un finanziamento della Regione Lazio (Programma *Torno Subito*) vinto da Silvia Fioravanti ed Equilibrarte srl, è stato possibile stabilire una connessione con l'École Supérieure des Arts de Saint Luc di Liegi, Belgio (nella persona del prof. Olivier Verheyden) e con il progetto promosso dal dr. René de la Rie e l'Università Politecnica di Delft, dipartimento d'ingegneria aerospaziale (nella persona del professor Hans Poullis). Il progetto, condotto da Silvia Fioravanti con referente scientifico Antonio Iaccarino Idelson, tutor della prima parte Olivier Verheyden, è iniziato nel marzo 2018 per terminare nell'ottobre 2018, con l'obiettivo di confrontare il comportamento reologico di 19 sistemi consolidanti.

¹⁵ Tra gli altri, alcuni dei dipinti su tela restaurati dall'Università di Urbino, dopo il sisma in Abruzzo.

¹⁶ Per questa operazione il tessuto è stato utilizzato tal quale, senza la preliminare impregnazione in epossidica.

¹⁷ I locali, all'epoca dei Laboratori di restauro della Soprintendenza di Venezia, oggi di pertinenza delle Gallerie dell'Accademia.

¹⁸ «Ho cercato presso mercanti di lino una tela che fosse più robusta e di tessitura regolare. La n. 7 è una tela per vele, fatta con le fibre di lino di migliore qualità e più lunghe e di migliore carattere, scelte per fare tele della più grande resistenza e leggerezza combinate... La tela dei dipinti di Turner "Calais Pier" e "The shipwreck" sono quantomeno di questa sostanza.» (traduzione di Antonio Iaccarino Idelson).

¹⁹ SK 802, 75 g/m², spessore 0,14 mm.

²⁰ Sistema epossidico per infusione, RAKU-TOOL EI 2500/EH 2970, prodotto dalla RAMPF Tooling GmbH.

²¹ Tali le sigle degli adesivi usati dal 2003, oggi fuori produzione e sostituiti con K360 e D541, dalle caratteristiche analoghe.

²² Secondo Horie [HORIE 2010, p. 196] considerato un riferimento affidabile per il mondo della conservazione, e secondo la scheda tecnica di Lascaux, la Tg del D360 è -8 °C.

²³ Secondo la scheda tecnica della Kremer, la Tg del Plextol B540 è 29 °C, con un allungamento a rottura del 250%, dunque una resina molto più rigida.

²⁴ Ampia letteratura sull'argomento, tra quella italiana ad esempio: [CIATTI 2009; ORATA 2013].

²⁵ Della migrazione del D360 non ci sono evidenze in letteratura ma resoconti orali di colleghi esperti e molto attivi a partire dagli anni '70. D'altro canto la Tg molto bassa implica anche la possibilità di separazione delle componenti in fasi a differenti viscosità, se non addirittura polarità.

²⁶ Secondo Horie [HORIE 2010, p. 196] quella del B500 è +9 °C, in accordo con la scheda tecnica Lascaux.

²⁷ Con 0,1% p/p di Rohagit.

²⁸ Nella pratica dello SRAL i quantitativi sono molto contenuti, fino ad un minimo di 65 g/m². Come solvente nei casi più semplici si usa etanolo o isopropanolo, ma le miscele sono piuttosto variabili e prevedono molto spesso una componente aromatica: ad esempio per rifoderare dipinti già foderati a cera resina viene impiegato anche dello Xilene, che favorisce l'adesione sulla cera residua. Tale componente aromatica ha però una elevata interazione chimica con il dipinto e può avere ritenzione molto lunga. Vedere in proposito anche [SEYNOUR 2012].

²⁹ Tela in puro lino 'Sky Naturale', riduzione 23x23 fili al cm, Tessitura Sironi.

³⁰ Restauro ancora in corso al momento della redazione di questo testo, in collaborazione con la ReCoop di Malta, per la quale sono stati realizzati la foderatura ed il telaio con tensionamento elastico a scorrimento perimetrale.

³¹ Tesi di Laurea di Valerio Garofalo, *Il restauro dell'ultima cena di Giulio Cesare Procaccini: progetto d'intervento e studio per la foderatura a freddo di un dipinto di grande formato*, Università di Torino, La Venaria Reale, anno accademico 2015-16, relatore Antonio Iaccarino Idelson.

³² Rapporto tra gesso e caolino, 8:4 in volume.