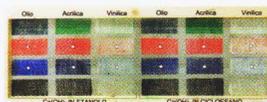




## CONTRIBUTI

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](mailto: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

Martina Patriarca  
 Roberta Bollati  
 Maurizio Coladonato

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

## INTRODUZIONE

Il presente lavoro si basa su parte della ricerca condotta nell'ambito di una tesi di laurea conseguita presso l'ICR<sup>1</sup>, che ha avuto per oggetto il restauro di cinque manufatti ceramici di provenienza archeologica, conservati presso il Museo Nazionale d'Arte Orientale 'Giuseppe Tucci'<sup>2</sup>. Due reperti sono stati rinvenuti presso il sito protostorico iraniano di Shahr-i Sokhta (MNAO 6215 e 6240); altri due provengono dalla fase protostorica delle necropoli sorte nella valle dello Swat in Pakistan (MNAO 3531 e 3024); l'ultimo, anch'esso prodotto in Iran, è datato alla prima metà del XIII secolo (MNAO 539).

Uno degli obiettivi del lavoro di tesi era predisporre un materiale integrante che possa essere composto in autonomia da ogni restauratore nel proprio laboratorio, al fine di evitare l'uso di prodotti commerciali la cui esatta composizione di rado è disponibile.

Si riportano i risultati della ricerca inerente la messa a punto dell'impasto a base acrilica che – a seguito della sperimentazione e del confronto con analoghi formulati – si è rivelato idoneo all'integrazione di tre dei cinque reperti presi in consegna, dei cui restauri si darà di seguito un breve resoconto.

## PROCEDURA STRUMENTALE:

### FORMULAZIONE E VALUTAZIONE DI IMPASTI INTEGRANTI A BASE ACRILICA

I materiali impiegati in ICR nell'ultimo trentennio per l'integrazione formale dei manufatti

ceramici sono il gesso dentistico, il gesso alabastrino e la Polyfilla Interior<sup>3</sup>. Per il loro impiego questi materiali richiedono di essere miscelati con uno specifico quantitativo di acqua: i due gessi assumono una consistenza semifluida e possono perciò essere colati nella lacuna, mentre la Polyfilla è sufficientemente densa da essere applicata a spatola. In generale i materiali integranti a base gessosa garantiscono un buon risultato estetico: è infatti possibile pigmentare l'impasto con terre ventilate nonché ritoccare la superficie, sia con colori acrilici che con acquerelli. Nonostante ciò, tali prodotti andrebbero usati con cautela su ceramiche particolarmente degradate e fragili, molto spesso meno tenaci dei materiali integranti.

La finitura meccanica dell'integrazione e la sua eventuale rimozione possono infatti rappresentare un rischio per il manufatto.

Gli impasti a base di gesso presentano inoltre due importanti controindicazioni:

a) sono tutti per loro natura altamente igroscopici. In condizioni di elevata umidità relativa le integrazioni possono deteriorarsi fino a perdere la loro funzione strutturale; inoltre, i sali solubili che queste possono contenere rischiano di migrare verso le porosità della ceramica, con eventuali danni a carico dei materiali costitutivi; b) il loro utilizzo implica il contatto delle ceramiche con acqua, sia nell'applicazione che, in taluni casi, nella successiva finitura. Per ceramiche sensibili all'acqua, questo aspetto può rappresentare un fattore di rischio.

L'obiettivo della fase sperimentale è stato

mettere a punto una miscela integrante a base acrilica<sup>4</sup>, da applicare a spatola, stabile nel tempo, facilmente reversibile, adatta sia a ceramiche sensibili all'acqua – molto porose o cotte a bassa temperatura – che a invetriate in cattivo stato di conservazione.

### LO STATO DELL'ARTE

Lo studio ha richiesto un aggiornamento attraverso pubblicazioni scientifiche a livello internazionale<sup>5</sup>, dalle quali emerge che il Paraloid B72® è la resina più utilizzata negli impasti di tipo acrilico; più raramente è utilizzato il Paraloid B67®.

Lo studio preliminare è stato arricchito da interviste rivolte a sei colleghe restauratrici, operanti negli Stati Uniti, che hanno consuetudine con l'utilizzo di impasti acrilici: Samantha Alderson, Pamela Hatchfield, Lisa Kronthal Elkine, Christina Krumrine, Sara Levin e Marie Svoboda<sup>6</sup>. Tale confronto è stato di fondamentale importanza sia per individuare gli inerti maggiormente usati e capire come questi vadano miscelati alla resina in soluzione, sia per scegliere il metodo migliore per applicare l'impasto e gli strumenti utili a rifinire le integrazioni ottenute.

### STUDIO PRELIMINARE: TEST DELLE MISCELE GIÀ NOTE PER DELINEARE GLI OBIETTIVI DELLA RICERCA

Al fine di acquisire dimestichezza con un metodo integrante non comunemente praticato in Italia su beni in ceramica, sono state testate cinque diverse 'ricette'<sup>7</sup>, alcune estrapolate dalla letteratura specialistica, altre suggerite dalle restauratrici interpellate, comunque tutte applicate a titolo sperimentale su ceramiche prive di qualsiasi valore artistico o storico.

Gli inerti impiegati nelle cinque formulazioni preliminari comprendono microsferi di vetro cave, silice micronizzata, polvere di cellulosa, carbonato di calcio, caolino. Per quanto riguar-

da invece le resine, la maggior parte delle 'ricette' impiegano il Paraloid B72 sciolto – a concentrazioni variabili dal 15% al 30% P/V – in toluene o acetone, e in alcuni casi miscele etanolo-acetone in pari volumi; in un solo formulato viene utilizzato in Paraloid B67, sciolto al 30% P/V in una miscela etanolo-acetone (1:1).

Ogni impasto è stato valutato sotto vari aspetti: facilità di applicazione, eventuali interazioni con la ceramica, finitura superficiale e risultato estetico.

Le valutazioni sui casi applicativi e le interazioni con il materiale ceramico hanno indotto una serie di considerazioni, propedeutiche al proseguimento della sperimentazione.

1) Gli impasti acrilici più fluidi, da versare nella lacuna, hanno talvolta macchiato la ceramica e in molti casi hanno subito un consistente ritiro; per questo motivo si è scelto di approfondire la ricerca solo su impasti densi, applicabili a spatola.

2) Al fine di ridurre i rischi per l'operatore l'acetone, solvente del Paraloid B72, è stato sostituito dal solo etanolo. La tossicità dell'etanolo è 2 volte minore di quella dell'acetone<sup>8</sup> mentre la sua volatilità – quindi la velocità di saturazione dell'ambiente da parte dei vapori – rappresentata tramite il GER<sup>9</sup> è circa 4 volte inferiore. Per cui risulta che la Pericolosità Relativa PR<sup>10</sup> dell'etanolo è circa 8 volte minore rispetto all'acetone<sup>11</sup>. L'uso di questo solvente inoltre limita il rischio di interazione dell'acetone con la cera in fogli generalmente usata come controforma dell'integrazione, permette di prolungare i tempi di lavorazione dell'impasto acrilico e ne riduce l'inconveniente del ritiro a seguito dell'asciugatura. La dissoluzione del Paraloid B72 in etanolo ha reso necessario l'uso di un agitatore magnetico; l'operazione ha richiesto tempi lunghi – tra 24 e 48 ore – e la soluzione è stata preparata aggiungendo gradualmente la resina in grani al solvente. Sia l'etanolo puro (Fd 38, Fp

18, Fh 46) sia la miscela etanolo: acetone 7:1 (Fd 37, Fp 20, Fh 43) usata per il Paraloid B67, descritto al punto 3, hanno parametri di solubilità che li collocano – all'interno del TriSolv<sup>12</sup> – *border line* rispetto alle aree di solubilità del Paraloid B72 e del Paraloid B67: questo ne giustifica la scarsa capacità solvente rispetto ai due polimeri e quindi i prolungati tempi di dissoluzione<sup>13</sup>.

3) Oltre al Paraloid B72 si è deciso di testare anche il B67, in virtù della sua migliore resistenza all'ingiallimento, dato emerso dallo studio del Canadian Conservation Institute di Ottawa sulla valutazione di ventisette prodotti polivinilacetati e venticinque acrilici<sup>14</sup>. Questa resina acrilica, chimicamente composta da un omopolimero di isobutilmetacrilato, da scheda tecnica<sup>15</sup> risulta solubile in chetoni, esteri, idrocarburi aromatici e clorurati. Sempre nell'intento di ridurre i rischi per l'operatore e di prolungare i tempi di lavorazione dell'impasto integrante, si è scelto di solubilizzare la resina in una miscela di etanolo e acetone, ma, invece che in volumi uguali tra loro, nel rapporto etanolo-acetone pari a 7:1. Predisponendo le esatte quantità di soluto e solventi è stata portata in soluzione inizialmente una piccola quantità di resina nel volume di acetone previsto per la soluzione totale, poi progressivamente sono stati aggiunti etanolo e resina fino ad arrivare alla concentrazione desiderata, 20% P/V. A causa della scelta di solventi non ideali i tempi per ottenere la suddetta soluzione sono stati piuttosto lunghi, circa 72 ore, con l'ausilio di un agitatore magnetico.

#### PRIMA FASE SPERIMENTALE: ESECUZIONE DI PROVINI CON UN INERTE

La prima fase della sperimentazione ha visto la realizzazione di differenti impasti ognuno preparato con un solo inerte, con il duplice obiettivo di verificare le caratteristiche proprie

di ciascuna delle sette cariche che si è scelto di testare e di valutare il singolo contributo che ogni inerte avrebbe potuto dare. Gli impasti prodotti, in questa fase e nella successiva, sono stati inseriti in forme rettangolari di silicone dentistico per ottenere provini confrontabili tra loro, dalle caratteristiche geometriche note e ripetibili (fig. 1).

Ogni impasto è stato valutato in base alla sua consistenza e alla facilità di applicazione. Un ulteriore importante parametro di valutazione è stato il tempo di asciugatura, il cui limite massimo è stato fissato a 24 ore.

Infine, sui provini asciutti, sono state condotte prove di lavorabilità con quattro diversi mezzi: bisturi, carte abrasive, etanolo applicato a tampone e con spatola in silicone, come suggerito sia in letteratura sia da alcune restauratrici intervistate.

I provini sono costituiti da due volumi di inerte miscelati con un volume di resina diluita al 20% P/V<sup>16</sup>.

Gli inerti selezionati sono le microsferiche di vetro cave K1 della 3M<sup>17</sup>, tre tipi di cellulosa con fibre a lunghezza crescente (polvere di cellulosa 3642 Cellulose Binder<sup>18</sup>; polvere di cellulosa Arbocel BWW40<sup>19</sup>; polpa di cellulosa Arbocel BC1000<sup>20</sup>); il caolino in polvere; il carbonato di calcio; la polvere di marmo MK 000 (granulometria inferiore a mm 0,07)<sup>21</sup>.

Per garantire la riproducibilità delle formu-



**Fig. 1**

Esecuzione di provini con resina in soluzione miscelata a un singolo inerte.

lazioni, un volume di ml 5 è stato assunto a misura standard; per ogni resina in soluzione e ogni inerte è stato rilevato il peso del corrispondente volume di ml 5 preso come riferimento. Le corrispondenze volume-peso sono riportate in tabella 1.

Con questi inerti sono stati preparati sette impasti con il Paraloid B72 e altrettanti con il B67; ogni provino è stato contrassegnato da una lettera per consentirne l'identificazione (tabella 2).

I provini del gruppo B72 hanno dato gli esiti migliori. Infatti nel primo gruppo solamente il

provino D – a base di polvere di marmo – non era asciutto al termine delle 24 ore. Inoltre nessuno degli impasti prodotti con il B72 si è deformato, fessurato o fratturato durante l'asciugatura.

Invece la gran parte dei provini a base di Paraloid B67 ha dato esiti negativi; alcuni non erano asciutti dopo le 24 ore (H, M), altri si sono deformati (N), fessurati e fratturati (I, L).

Va evidenziato che i provini con polpa di cellulosa BC1000, con entrambi i tipi di soluzioni acriliche (F, O) non hanno prodotto un materiale omogeneo per la presenza di grumi di fibre e numerose cavità.

Le cariche che hanno dato i migliori risultati di applicabilità con entrambe le resine sono le microsfere di vetro: con esse si sono ottenuti impasti omogenei, dalla superficie regolare (A e H); l'impasto H ha però tempi di asciugatura troppo lunghi.

Le prove di lavorazione a bisturi – eseguite sulle facce superiori – attestano la maggiore durezza degli impasti a base di Paraloid B72 (fig. 2).

I provini a base di microsfere di vetro, caolino e carbonato di calcio, in associazione al Paraloid B67 risultano più teneri (H, L; I, quello a base di caolino si è inoltre ritirato e fratturato durante l'asciugatura).

Riassumendo, gli impasti del gruppo B72 che si lavorano meglio a bisturi sono quelli contenenti le microsfere, il caolino, la cellulosa 3642 Cellulose Binder e la BWW40 (A, B, E, G).

Del gruppo B67 sono da prendere in considerazione solo i provini contenenti le cellulose 3642 Cellulose Binder e BWW40 (N e O).

La carteggiatura si esegue senza difficoltà e in generale rende le superfici uniformi, con risultati confrontabili su tutti i provini dei due gruppi.

L'azione dell'etanolo applicato a tampone o con spatole in silicone non ha mai dato risultati apprezzabili, anzi tende a indebolire gli impasti.

**TABELLA 1**  
**CORRISPONDENZE TRA VOLUME E PESO DEI PRODOTTI IMPIEGATI**

Prodotto (ml 5) = 1 volume	Peso (g)
Paraloid B72 20%	4,0
Paraloid B67 20%	4,0
3642 Cellulose Binder	1,6
Cellulosa BC1000	0,6
Cellulosa BWW40	1,1
Microsfere K1	0,4
Polvere di marmo bianco Carrara MK000	8,0
Caolino	3,5
Carbonato di calcio	4,7

**TABELLA 2**  
**COMPOSIZIONE DELLA PRIMA SERIE DI PROVINI CONTENENTI UN SOLO INERTE, NEL RAPPORTO 2:1 CON LA RESINA IN SOLUZIONE**

Inerte 2 vol.		Paraloid B72 1 vol. = (4 g)	Paraloid B67 1 vol. = (4 g)
Microsfere di vetro K1	0,8 g	A	H
Caolino	6,9 g	B	I
Carbonato di calcio	9,3 g	C	L
Polvere di marmo MK000	16,0 g	D	M
3642 Cellulose Binder	3,2 g	E	N
Cellulosa BC1000	1,2 g	F	O
Cellulosa BWW40	2,2 g	G	P

Legenda: a ogni carica è stata attribuita una lettera identificativa in base all'associazione con il Paraloid B72 o B67.



L'esecuzione e la lavorazione di questa prima serie di provini hanno portato ad escludere alcuni prodotti: la polpa di cellulosa BC1000 (provino disomogeneo per la presenza di numerose cavità), la polvere di marmo (eccessiva durezza e tempi di asciugatura oltre le 24 ore), il caolino (colorazione bruna e ritiro). Nel corso della sperimentazione è stato valutato che la polvere di cellulosa 3642 Cellulose Binder potesse essere adeguatamente sostituita dalla cellulosa BWW40, più economica e di facile reperibilità.

L'insieme delle considerazioni su applicazione, omogeneità, tempi di asciugatura e lavorabilità superficiale, ha portato a ritenere più promettenti tre inerti: le microsfere di vetro, il carbonato di calcio e la cellulosa BWW40.

In questa prima fase del lavoro il Paraloid B72 ha dato gli esiti migliori, permettendo di ottenere provini che non si alterano in fase di asciugatura, più facili da lavorare meccanicamente.

## SECONDA FASE SPERIMENTALE: ESECUZIONE DI PROVINI CON DUE INERTI

Dopo aver selezionato i tre inerti con i quali proseguire la ricerca, questi sono stati prima uniti tra loro due a due, in pari volume; le combinazioni così ottenute sono state poi miscelate ad un volume di ognuna delle soluzioni di resine (rapporto finale inerti-resina 2:1 V/V), analo-

gamente a quanto fatto nella prima serie.

Agli impasti prodotti è stato assegnato un codice alfabetico che rispetta le attribuzioni riportate nella tabella 1 (tabella 3).

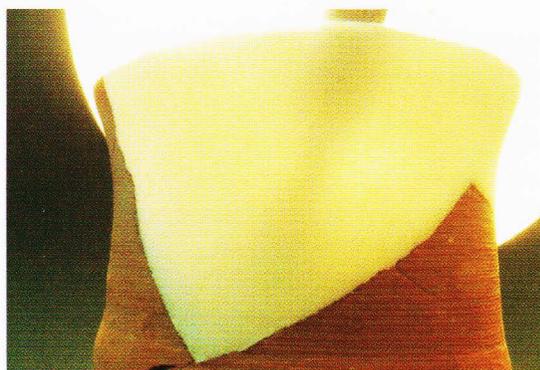
L'applicabilità degli impasti a due componenti ha dato risultati confrontabili per il Paraloid B72 e il B67. I quattro impasti contenenti carbonato di calcio (AC e CG; HL e LP) sono stati esclusi a causa della loro consistenza fluida; infatti, solo gli impasti a base di microsfere di vetro e cellulosa (AG, HP) avevano la viscosità necessaria per l'applicazione a spatola. Ci sembra di poter affermare che le microsfere pur conferendo compattezza all'impasto lo rendono eccessivamente friabile, tale limite è ovviato dalla aggiunta di fibre di cellulosa, piccole abbastanza da distribuirsi omogeneamente, le quali costituiscono una sorta di 'armatura interna' che rende l'impasto viscoso, più tenace, ma altrettanto facile da lavorare.

Si è deciso di proseguire nella ricerca testando la miscela microsfere-cellulosa in associazione a entrambi i 'leganti' acrilici in virtù delle ottime caratteristiche della resina Paraloid B67, nonostante l'impasto HP fosse risultato piuttosto tenero in fase di lavorazione.

**Fig. 2**  
Rifinitura a bisturi della superficie di un provino.

**TABELLA 3**  
**COMPOSIZIONE DEGLI IMPASTI A DUE INERTI E RELATIVO CODICE IDENTIFICATIVO**

Coppie di inerti 1 vol.+1 vol.	Paraloid B72 rapp. finale inerti-resina 2:1 V/V	Paraloid B67 rapp. finale inerti-resina 2:1 V/V
Microsfere vetro K1 + Carbonato di calcio	AC	HL
Microsfere vetro K1 + Cellulosa BWW40	AG	HP
Carbonato di calcio + Cellulosa BWW40	CG	LP



**Fig. 3**  
Insufficiente opacità di una integrazione con l'impasto AG-4.

### TERZA FASE DELLA SPERIMENTAZIONE: PERFEZIONAMENTO DELLA MISCELA DI INERTI SELEZIONATA

Per verificare concretamente la versatilità dei due impasti ritenuti migliori (AG e HP), questi sono stati applicati su ceramiche di sacrificio<sup>22</sup>; si è constatato però che le integrazioni risultavano 'traslucide' (fig. 3).

La necessaria opacità è stata raggiunta semplicemente aggiungendo pigmenti in polvere agli impasti, come solitamente avviene per le integrazioni a base gessosa.

Inoltre si è verificato che il solvente tende a migrare dalle integrazioni verso la ceramica, formando delle gore scure lungo il perimetro delle lacune. Tale inconveniente si risolve aumentando la proporzione di inerti. A seguito di numerose prove è emerso che una maggiore percentuale di microsfere di vetro evita che l'impasto bagni e macchi il materiale ceramico con cui entra in contatto. Anche l'applicabilità dell'impasto migliora all'aumentare del quantitativo di microsfere, agevolandone la stesura a spatola.

Mantenendo la siglatura della tabella 3, il lavoro è proseguito producendo integrazioni con impasti a dosi crescenti di microsfere: rapporto in volume microsfere-cellulosa 1:2 (AG-1, HP-1), 2,5:1 (AG-2, HP-2), 3:1 (AG-3- HP-3). Le due resine però non sono state aggiunte in quantità standard prefissate, ma nella misura ritenuta adeguata per una facile applicazione a spatola

<sup>3</sup> del composto. Gli impasti a base di B67 si sono confermati eccessivamente teneri: a questo punto della ricerca, si è quindi deciso di procedere impiegando esclusivamente il Paraloid B72.

Sono stati preparati due ultimi impasti, rispettivamente con rapporto microsfere-cellulosa pari a 4:1 (AG-4) e 5:1 (AG-5), simili tra loro per consistenza e facilità di applicazione. La lavorazione a bisturi, invece, è risultata migliore per il rapporto 4:1: nell'altro caso, infatti, insieme ai trucioli di materiale viene a prodursi anche una sottile polvere, indice di un impasto troppo friabile.

La formulazione AG-4<sup>23</sup> è sembrata quindi quella più corrispondente agli obiettivi della ricerca<sup>24</sup>.

### VALUTAZIONI SPERIMENTALI

Quindici campioni di AG-4 tal quale e altrettanti colorati con l'aggiunta di pigmenti in polvere<sup>25</sup> sono stati sottoposti ad invecchiamento artificiale in camera climatica<sup>26</sup>. Inoltre, valutazioni circa la suscettibilità al degrado biologico e test per la caratterizzazione della resistenza a flessione e trazione sono stati condotti sia su campioni invecchiati che tal quali. Da queste indagini è emersa una leggera sensibilità alle variazioni termoigrometriche imposte dal ciclo di invecchiamento<sup>27</sup>, che non preclude però l'utilizzo dell'impasto formulato. Infatti, una eventuale deformazione di un'integrazione di AG-4 su un manufatto non comporterebbe ad esso alcun danno, vista la ridotta tenacità dell'impasto, confermata dai test meccanici.

Le prove di resistenza all'attacco biologico caratterizzano il prodotto integrante come un sistema idrorepellente, nel quale la cellulosa risulta isolata da potenziali biodeteriogeni, anche in condizioni di elevata contaminazione e massima umidità relativa.

I risultati delle prove eseguite individuano l'impasto AG-4 come idoneo all'integrazione di

manufatti ceramici, non suscettibile al biodeterioramento e dalle resistenze meccaniche ideali per reperti molto fragili o in cattivo stato di conservazione.

#### ■ **REPERTI E CONTESTI ARCHEOLOGICI DI PROVENIENZA**

Verranno di seguito presentati i tre reperti (MNAO 3024, 3531, 539) integrati con l'impasto acrilico AG-4 e i rispettivi contesti archeologici di provenienza.

#### **DUE VASI DALLE NECROPOLI PROTOSTORICHE DELLO SWAT (PAKISTAN)**

Le necropoli portate alla luce nella Valle dello Swat, ai piedi della catena dell'Hindu Kush in Pakistan, hanno una cronologia ininterrotta che va dal III millennio al IV secolo a.C. Le recenti campagne di scavo<sup>28</sup> hanno accertato il costume di riaprire le sepolture per spostare, rimuovere o deporre sia elementi del corredo che parti del corpo del defunto. Tale pratica rende inattendibile qualsiasi periodizzazione tipologica e fa sì che la cronologia assoluta delle necropoli dello Swat sia, a tutt'oggi, dibattuta.

L'analisi della cultura materiale dello Swat ha evidenziato la condivisione dello stesso orizzonte culturale con i centri urbani dell'Iran settentrionale (quali Turang Tepe e Tepe Hissar), sorti tra IV e III millennio nella piana del Gorgan<sup>29</sup>. Nello Swat la produzione di ceramica brunita rossa e grigia tra II millennio e IV secolo a.C. trova riscontro con quella prodotta tra III e II millennio nel Gorgan. La continuità nella produzione fittile tra i due siti lascia ipotizzare una possibile discendenza delle genti del Pakistan settentrionale da quelle dell'Iran nord-orientale, che si sarebbero spostate ad est a seguito del crollo del sistema urbano del II millennio<sup>30</sup>.

La coppa su alto stelo MNAO 3024 (fig. 4) proviene dalla necropoli di Loebanr I ed è data-

4



**Fig. 4**  
Coppa su alto stelo,  
MNAO 3024, prima  
dell'intervento di restauro.

ta al 1400-1000 a.C. circa. Rinvenuto durante le campagne di scavo 1962-1964<sup>31</sup>, il manufatto rientra nella produzione della 'ceramica grigia dello Swat' e ne rappresenta un tratto caratteristico della cultura materiale in epoca protostorica. La semplice decorazione è affidata a costolature orizzontali, presenti sia sulla coppa che sul piede. Il reperto misura cm 28,2 di altezza; il diametro massimo del piede è di cm 14; diametro massimo della coppa cm 13,7.

Il bicchiere a clessidra 3531 (fig. 5) è stato trovato nella necropoli di Katelai I (campagne di scavo 1962-1965)<sup>32</sup>; la datazione è la medesima della coppa. Il reperto rientra nella produzione della 'ceramica rossa', prevalente nella necropoli di Katelai I rispetto a quella grigia. La colorazione rossa è data dalla presenza di un

**Fig. 5**  
Bicchiere a clessidra,  
MNAO 3531, prima del  
restauro.

**Fig. 6**  
Coppa invetriata, MNAO  
539, stato conservativo alla  
presa consegna del bene.



5 ingobbio ferroso molto depurato. L'unico elemento decorativo è rappresentato da quattro leggere costolature sul collo. Le misure del bicchiere sono cm 15,4 di altezza per cm 12,5 di diametro massimo.

#### UNA FAÏENCE ISLAMICA DALL'IRAN DEL XIII SECOLO

La coppa MNAO 539<sup>33</sup> (fig. 6) è stata registrata nel deposito IsMEO il 24 dicembre 1959, come donazione Prodan<sup>34</sup>. Nell'inventario il manufatto viene descritto come piatto invetriato di periodo selgiuchide proveniente dall'Iran. Attualmente la datazione della coppa viene posticipata al periodo di transizione dal dominio Selgiuchide a quello Ilkhanide, quindi agli inizi del XIII secolo.

Durante la dinastia turca dei Selgiuchidi, tra XI e XII secolo, vennero sviluppati stilemi ceramici che andarono a costituire il nucleo di un linguaggio internazionale comune a Persia, Iraq e Anatolia. A seguito dell'invasione mongola di Persia e Asia Centrale, avvenuta a inizio XIII secolo, i Selgiuchidi furono ridotti a vassalli, ma artisti e artigiani vennero risparmiati: la produzione fittile locale proseguì senza soluzione di continuità almeno finché la dinastia mongola degli Ilkhanidi non si insediò stabilmente in Persia<sup>35</sup>.

Al dominio Selgiuchide risale la produzione dell'"impasto artificiale", anche noto come 'fritta' o 'faïence islamica', la cui ricetta è nota dal trattato del 1301 scritto da Abu'l Quasim Kāshānī: dieci parti di quarzo in polvere, una parte di argilla bianca raffinata e una parte di fritta<sup>36</sup> (miscela di soda e quarzo).

La coppa in esame è appunto un pregevole esemplare ad impasto artificiale, dipinto sotto vetrina incolore con una decorazione a raggiera blu su fondo bianco, alla quale non sembra essere attribuito un valore esclusivamente decorativo: il motivo ricorre infatti in altri recipienti dello stesso periodo (brocche, ciotole e coppe),

lasciando ipotizzare un forte simbolismo solare, che appare particolarmente significativo nel caso di forme vascolari aperte<sup>37</sup>. Il centro del catino è decorato da un reticolo verde su fondo blu, su cui spiccano punti bianchi ottenuti per asportazione dei colori soprastanti l'ingobbio. Il tondo è circondato da una fascia verde con motivi bianchi a girali. Il reperto misura cm 22,4 di diametro all'orlo per cm 5,6 di altezza.

#### ■ STATO DI CONSERVAZIONE E INTERVENTI DI RESTAURO

##### COPPA SU ALTO STELO, MNAO 3024

Il reperto, costituito da una ceramica porosa e fragile<sup>38</sup>, era complessivamente caratterizzato da un discreto stato conservativo; seppur ricomposto e parzialmente pulito in occasione di un precedente restauro non documentato, presentava ancora estese incrostazioni.

Sulle superfici si riscontrano numerose abrasioni: se nella maggior parte dei casi queste sembrano di natura post-deposizionale, quelle interne alla coppa sono interpretabili come segni d'uso. Le fratture e le fessure sono in gran parte dovute al carico da seppellimento. Sono presenti due lacune, una presso l'orlo della coppa e l'altra sul piede. Sulla superficie del reperto ci sono macchie scure sub-circolari, dall'aspetto arborescente, causate da microrganismi in grado di ossidare il manganese presente nel terreno come ione  $Mn^{2+}$ , trasformandolo in ossido e idrossido<sup>39</sup>.

L'intervento è iniziato con la rimozione degli adesivi ormai degradati, eseguita con infiltrazioni e impacchi di etanolo, con successiva rifinitura a bisturi.

L'azione del solvente ha prodotto un temporaneo sbiancamento lungo i bordi dei frammenti, evidenziando la presenza di un *primer* di probabile natura acrilica. L'estesa incrostazione interna al piede è stata rimossa a bisturi (fig. 7); alla pulitura meccanica è seguita l'applicazione



a tampone di una miscela di acqua deionizzata e alcol etilico in uguali volumi, impiegata anche per rimuovere i depositi incoerenti presenti sulle restanti superfici.

A causa della porosità e fragilità del corpo ceramico, non è sembrato opportuno rimuovere anche le macchie di manganese, che comunque non influiscono sulla corretta fruibilità del bene.

Data l'elevata igroscopicità della ceramica, le integrazioni formali sono state eseguite con l'impasto formulato in fase sperimentale. La preparazione dei bordi di frattura delimitanti le lacune è stata eseguita applicando il Paraloid B67<sup>40</sup>, insolubile in solo etanolo, solvente dell'impasto integrante AG-4; le restanti rime sono state invece trattate con il B72<sup>41</sup>. Questa differenziazione potrà rivelarsi funzionale in occasione di un futuro intervento di restauro: sarà infatti possibile rimuovere l'integrazione eseguita in AG-4 con etanolo, senza interferire con il Paraloid B67 applicato sul bordo di frattura. Il Paraloid B72 è stato usato anche come adesivo<sup>42</sup>: per rendere più agevoli le operazioni di risarci-

**Fig. 7**

Coppa su alto stelo, MNAO 3024, tassello di pulitura sul fondo del piede.

mento delle lacune, la coppa è stata incollata allo stelo solo a fine intervento.

L'integrazione del piede è stata eseguita su un inserto di stucco epossidico realizzato in sottolivello<sup>43</sup>, necessario a garantire stabilità al reperto e adeguata resistenza meccanica all'integrazione; per assicurarne la reversibilità, lo stucco è stato plasmato in sede (fig. 8), rifinito a parte e poi fissato con il Paraloid B72 al 25% P/V<sup>44</sup>.

Un sottile strato di impasto acrilico è stato applicato sull'inserto epossidico per raggiungere il livello della superficie. Invece, con il solo AG-4, è stata colmata la lacuna sulla coppa, plasmando un foglio di cera dentistica sull'esterno per calcarne la decorazione a costolature.

La presenza di imperfezioni nell'integrazione ha reso necessario eseguire delle piccole aggiunte, le quali hanno causato la comparsa di antiestetiche macchie, visibili anche dopo la rifinitura meccanica. L'esecuzione di un ritocco con colori ad acquerello, effettuato dopo la stesura del protettivo<sup>45</sup>, ha permesso di ridurre l'evidenza delle macchie, operando un'equilibratura cromatica (fig. 9).

#### Fig. 8

Coppa su alto stelo, MNAO 3024, sequenza delle fasi di realizzazione della integrazione del piede, con un nucleo in stucco epossidico rivestito di impasto acrilico pigmentato.

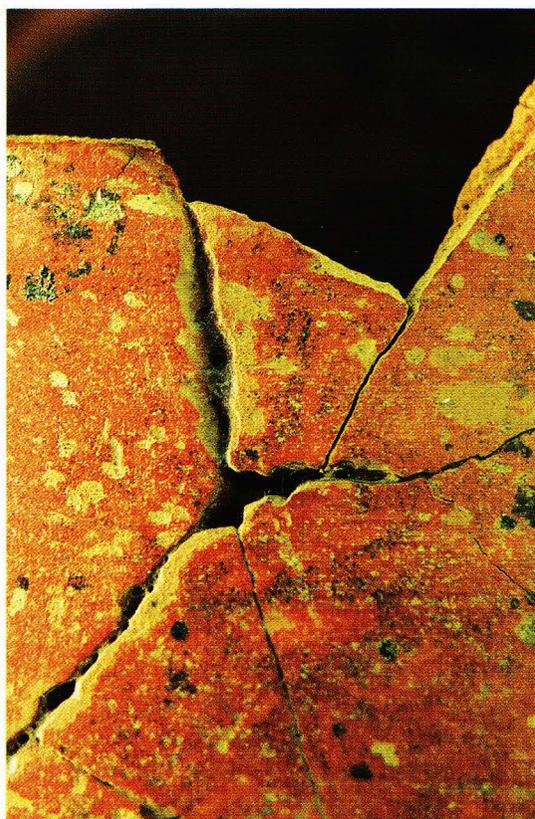


#### BICCHIERE A CLESSIDRA, MNAO 3531

Il bicchiere, ricomposto, integrato, ma solo parzialmente pulito durante un precedente intervento, era caratterizzato da un mediocre stato conservativo (fig. 10); il cedimento di alcu-



9



10

**Fig. 9**

Coppa su alto stelo, MNAO 3024 a fine intervento.

**Fig. 10**

Bicchiere a clessidra, MNAO 3531, rime di frattura, sia consunte che recenti e tracce di vecchi adesivi.

ni incollaggi presso l'orlo aveva determinato il distacco di due frammenti. La superficie interna, all'altezza del collo e sul fondo, era ricoperta da un deposito compatto chiaro di possibile natura carbonatica. Come per la coppa su alto stelo (MNAO 3024), sono visibili macchie dovute all'ossidazione del manganese.

Da una foto contenuta nel diario di scavo pubblicato solo nel 1972<sup>46</sup>, è emerso che l'attuale quadro fessurativo è più grave di quello registrato circa cinquant'anni fa: ciò fa presupporre che all'epoca il vaso fosse solo lesionato e non fratturato. Nel diario di scavo il reperto non è infatti indicato tra quelli restaurati ed è definito «damaged», mentre quelli in frammenti sono indicati come «in pieces».

L'osservazione della superficie allo stereomicroscopio ha evidenziato la presenza di una

sostanza arancio-rossastra dall'aspetto lucido che l'indagine spettroscopica FT-IR<sup>47</sup> ha riconosciuto come cera, probabilmente addizionata con pigmenti<sup>48</sup>.

L'intervento ha avuto inizio dalla rimozione della gommalacca, usata come adesivo nel 1969, applicando, per 10-15 minuti, compresse di cotone idrofilo inumidite con alcol. Quando necessario, lo stesso solvente è stato impiegato anche per infiltrazione. Nei casi in cui l'azione dell'etanolo è risultata insufficiente, è stata utilizzata una miscela formulata con il TriSolv e applicata ad impacco per circa 10 minuti<sup>49</sup>. L'asportazione dei residui di gommalacca dalle fratture, molto consunte, è stata svolta contestualmente, per via meccanica, sfruttando l'azione di rigonfiamento della miscela.

Le incrostazioni presenti internamente al

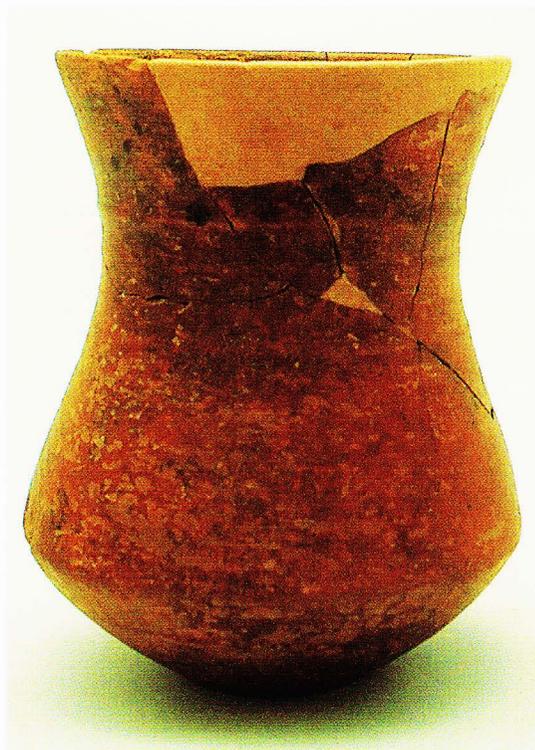
collo e sul fondo del bicchiere sono state tolte a bisturi.

Per rimuovere la cera d'api, la cui presenza rendeva la superficie estremamente più idrofoba di quanto non lo fosse il corpo ceramico, è stata formulata una miscela solvente anch'essa ricavata dal TriSolv, usata ad impacco e lasciata in posa tra i 10 e i 15 minuti<sup>50</sup>. Una volta rigonfiata, la cera è stata asportata a tampone. I depositi da scavo e i residui del gesso impiegato per le vecchie integrazioni sono stati eliminati con batuffoli di cotone idrofilo inumiditi con una miscela idroalcolica (1:2) e a bisturi.

Data la porosità della ceramica e le diffuse abrasioni delle superfici, si è ritenuto necessario eseguire un consolidamento del reperto, che ne consentisse la manipolazione nelle successive fasi del restauro e ne garantisse una migliore conservazione. Si è quindi proceduto con il Paraloid B67<sup>51</sup> steso a pennello; la stessa soluzione è stata applicata lungo le superfici di frattura.

Concluse le operazioni di consolidamento, i frammenti sono stati incollati con il Paraloid B72 al 25% in acetone (P/V). L'aver utilizzato due resine con parametri di solubilità differenti consentirà, in futuro, di intervenire selettivamente con una revisione o rimozione del consolidante senza compromettere la stabilità degli incollaggi, e viceversa.

Le integrazioni sono state realizzate con l'impasto acrilico AG-4, reputato adatto alle esigenze conservative di un reperto così fragile e sensibile all'acqua; il colore dell'impasto è una media tra le variazioni cromatiche delle superfici abrase<sup>52</sup>. La lavorazione meccanica è stata effettuata con bisturi e carte abrasive, portando l'integrazione a livello della superficie ceramica e proteggendola con il Paraloid B67<sup>53</sup>. È stato scelto il B67 perché, a differenza del Paraloid B72, più spesso usato nel trattamento dei reperti ceramici, questa resina non determina una evidente saturazione del tono, dato importante nel



**Fig. 11**  
Bicchiere a clessidra,  
MNAO 3531, dopo il  
restauro.

caso di un reperto le cui superfici sono già molto degradate e alterate.

Dopo aver applicato il protettivo sono state eseguite piccole riprese in corrispondenza di localizzati difetti della prima stesura; diversamente dalla coppa su alto stelo (MNAO 3024), l'aggiunta dell'impasto all'integrazione asciutta non ha causato la comparsa di macchie o aloni (fig. 11).

#### **COPPA INVETRIATA, MNAO 539**

Il reperto si presentava ricomposto e integrato, anche se alcuni frammenti ci sono pervenuti separati dalla coppa (fig. 6); purtroppo non è stato possibile reperire alcuna documentazione di precedenti interventi. Il ritocco cromatico delle integrazioni era stato eseguito solo sull'interno, che corrisponde alla sua vista preferenziale.

Lo stato conservativo delle superfici è molto eterogeneo: l'esterno mostra un deterioramento più avanzato rispetto alla superficie interna, sulla quale le forme di degrado variano notevolmente da un frammento all'altro, e comprendono graffi, lisciviazione del rivestimento e corrosione (fig. 12).

L'eterogeneità delle superfici, unitamente alla presenza di sedimenti terrosi presso il

12



piede, permette di stabilire la provenienza del manufatto da un contesto archeologico.

La corrosione interessa talvolta solo la vetrina, in altre zone riguarda anche gli strati sottostanti (ossidi metallici, ingobbio siliceo); si riscontra la concomitanza sia di un attacco localizzato (*pitting*) che di un degrado più diffuso.

Un compatto strato di lisciviazione lattescente, noto in letteratura come *milky or enamel-like deterioration*<sup>54</sup>, è visibile su parte della superficie esterna: si tratta di uno strato bianco sub-lamellare piuttosto spesso, che tende a distaccarsi dalla superficie sottostante per mettere in luce aree iridescenti.

L'adesivo utilizzato nel precedente restauro è stato analizzato tramite indagine FT-IR, che ha restituito «assorbimenti (...) di una colla animale»<sup>55</sup>, rimovibile con acqua calda. Essendo l'acqua un agente di degrado dei materiali vetrosi, si è tentato di evitarne l'uso testando una miscela solvente formulata con il TriSolv<sup>56</sup>, che purtroppo non è stata risolutiva. Di conseguenza, l'uso del vapor d'acqua è stato l'unico metodo efficace per rimuovere la colla animale.

Volendo evitare l'ulteriore utilizzo di acqua calda, per asportare i residui di adesivo si è deciso di usare localmente le resine a scambio ionico cationiche deboli pH (intervallo di azione pH 6-14); la rifinitura è stata eseguita a bisturi e con tamponi di una miscela idroalcolica (1:2).

Le scelte metodologiche attuate per la puli-

tura della superficie esterna sono legate all'obiettivo di migliorare la fruibilità di un esemplare unico all'interno delle collezioni del MNAO, la cui decorazione si percepiva in modo discontinuo. Lo spesso strato lisciviato infatti occultava la decorazione dipinta intorno al piede e nella metà superiore della vasca; per mettere in luce i tratti pittorici si è deciso di eseguire un puntuale alleggerimento meccanico dello strato lisciviato, che è risultato essere l'unica possibilità<sup>57</sup> per migliorare la fruizione del bene.

Completata la pulitura, i frammenti sono stati consolidati lungo le fratture con soluzioni di Paraloid B72<sup>58</sup>. Le superfici della coppa sono state protette con la stessa resina<sup>59</sup>, usata anche per gli incollaggi a concentrazioni maggiori<sup>60</sup>.

La natura vetrosa del rivestimento e del corpo ceramico, che avrebbero mal sopportato un integrante gessoso che richiede inevitabilmente l'uso di acqua, ci ha fatto propendere per l'utilizzo dell'impasto acrilico, pigmentato con terre ventilate (fig. 13), accordandolo alla superficie esterna.

Data la rilevante componente cromatica della coppa, si è scelto di eseguire il puntinato ad acquerello<sup>61</sup> su entrambe le superfici; sull'e-

13

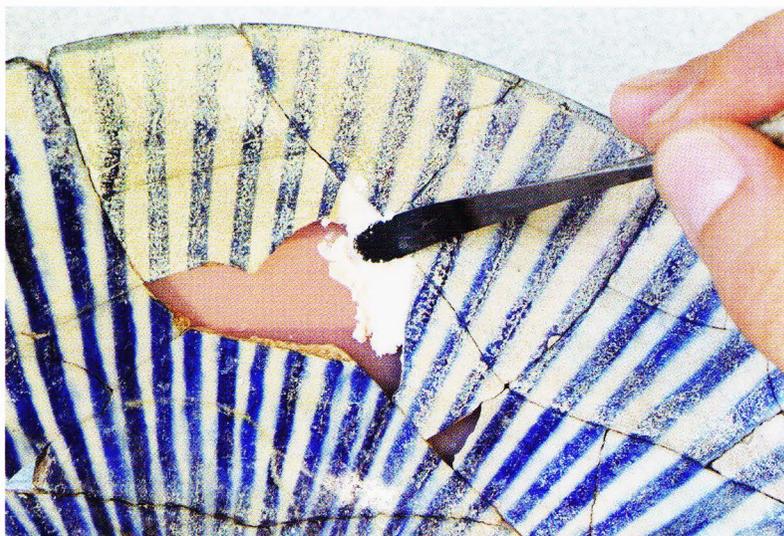
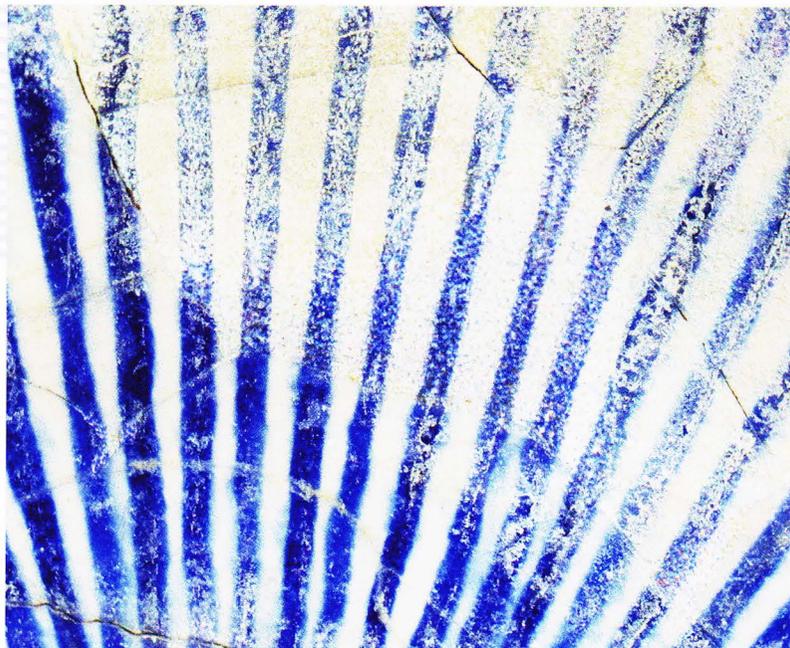


Fig. 12

Coppa invetriata, MNAO 539, dettaglio della superficie esterna presso il piede, si noti la lisciviazione lattescente del rivestimento vetroso, noto come *milky-like deterioration*.

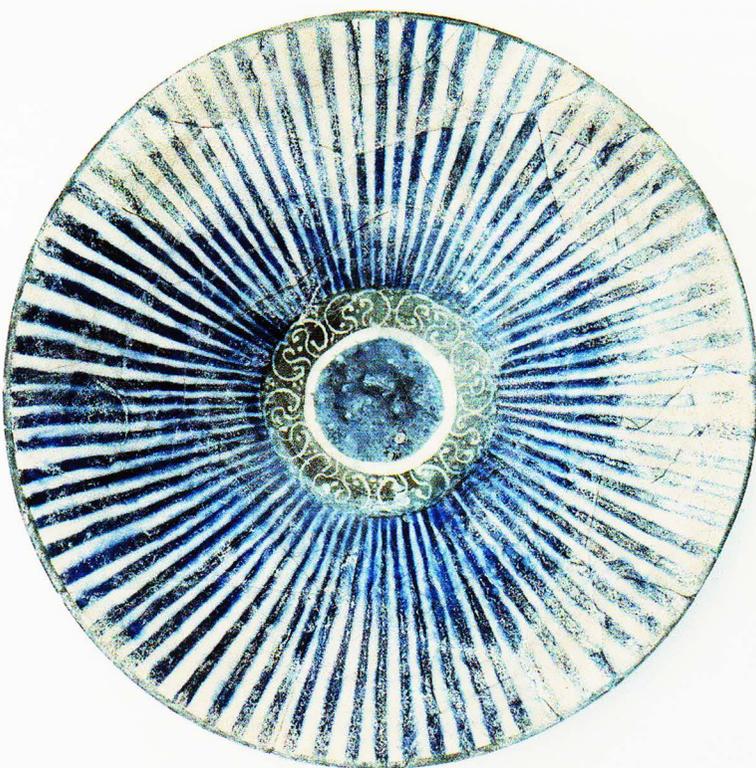
Fig. 13

Coppa invetriata, MNAO 539, esecuzione di una integrazione con l'impasto AG-4 di colorazione accordata alla superficie esterna, successivamente integrata cromaticamente.



<sup>14</sup> sterno la *texture* delle integrazioni formali ben si accorda al rivestimento degradato, consentendo di applicare l'acquerello direttamente sullo stucco acrilico opportunamente rifinito. Per la superficie interna invece, il complessivo buono stato del rivestimento vetroso, compatto e lucido, ha richiesto di predisporre una diversa superficie che accogliesse il ritocco, che fosse levigabile più dell'impasto acrilico AG-4. A tale scopo è stato utilizzato un sottile strato di finitura di Modostuc<sup>62</sup> solo sulle superfici interne della coppa, come suggerito dalle colleghe Pamela Hatchfield e Sara Levin che comunemente seguono questa procedura.

Tale stucco commerciale è stato rifinito con varie carte abrasive, per raggiungere un aspetto simile a quello compatto della gran parte della superficie interna della coppa. Su questo si è proceduto con l'integrazione cromatica realizzata ad acquerello con la tecnica del puntinato (figg. 14-15).



## ■ CONCLUSIONI

La ricerca presentata è stata utile a definire caratteristiche e prerogative dell'impasto integrante formulato. Pur rappresentando esso una delle molteplici miscele acriliche possibili, sotto alcuni aspetti è certamente rappresentativo dell'intera categoria.

Le integrazioni che si ottengono sono leggere e poco tenaci: la bassa resistenza meccanica ne agevola la lavorazione (e l'eventuale rimozione, garantendo la reversibilità in totale sicurezza per il bene), e la leggerezza permette di colmare le lacune senza aggiungere peso al manufatto. Per contro, un'integrazione in AG-4 non può svolgere alcuna funzione strutturale.

A differenza dei materiali gessosi, con i quali si ottengono superfici lisce e compatte adatte ad alcune produzioni ceramiche – come ad esempio attiche a figure nere o rosse – gli impasti acrilici hanno una *texture* meno omogenea, este-

ticamente idonea a impasti semi-depurati, ceramiche cotte a basse temperature, figuline, rivestimenti vetrosi degradati e manufatti in argilla.

Emergono anche similitudini con i materiali gessosi: in entrambi i casi è facile pigmentare l'impasto con terre ventilate (per l'impasto AG-4 sono state sufficienti da qualche decina a qualche centinaia di milligrammi, con una resa in volume maggiore alle stesse quantità in peso di gesso o Polyfilla). Relativamente alla pigmentazione, la ripresa di un'integrazione asciutta, eseguita con un impasto fresco di AG-4, può causare la comparsa di antiestetici gore; questo problema si verifica sempre per i materiali gessosi.

Un aspetto vantaggioso risiede senz'altro nella possibilità di formulare l'impasto in laboratorio, modificandolo secondo necessità, evitando inoltre il rischio legato all'impiego di acqua e di prodotti commerciali pronti all'uso, che potrebbero un giorno divenire irrimediabili sul mercato. Si ricorda la necessità di indossare gli appositi DPI durante l'impiego delle microsfere di vetro e dei solventi organici (assicurando sempre il ricambio d'aria nell'ambiente di lavoro), e di disporre di una bilancia di precisione, indispensabile per pesare inerti estremamente leggeri.

La ricerca potrebbe essere ulteriormente sviluppata: sarebbe molto utile provare ad aggiungere all'impasto AG-4 inerti quali cocciopesto, pozzolana o altri, spesso usati per imitare impasti ceramici grezzi con granulometria media o grossolana, e capire se e quanto la lavorazione meccanica ne risenta. Si potrebbero inoltre testare gli impasti acrilici su altri materiali costitutivi, quali il cuoio e il legno, il gesso, gli stucchi.

Questo studio – non esaustivo – intende presentare un'alternativa ai prodotti gessosi comunemente impiegati nel restauro della ceramica, ampliando la gamma dei materiali integranti, così da poter rispettare al meglio le necessità conservative del singolo manufatto.

## AUTORI

Martina Patriarca, *Restauratrice*, martina.patriarca31@gmail.com  
 Roberta Bollati, *Restauratrice*, ICR  
 Maurizio Coladonato, *Chimico*, maurizio.coladonato@gmail.com

## NOTE

<sup>1</sup> Istituto Centrale per il Restauro, all'epoca ISCR (Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro). M. PATRIARCA, *Il restauro di cinque reperti ceramici dal Museo Nazionale d'Arte Orientale, Roma. Valutazione a confronto di impasti integranti a base acrilica e controlli sperimentali*. 63° corso, *Percorso Formativo Professionalizzante 4*, Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, Roma 22 novembre 2017. Si coglie l'occasione per ringraziare i relatori aggiunti Marco Bartolini, Roberto Ciabattini, Lucia Conti, Giovanna Lombardo, Massimo Vidale.

<sup>2</sup> MNAO, ora confluito nel Museo delle Civiltà, MU-CIV. I numeri d'inventario riportati si riferiscono alla catalogazione MNAO.

<sup>3</sup> La Polyfilla Interior è stata introdotta in ICR nel 1985, in occasione di una Tesi di diploma, cfr. M.E. PRUNAS, M. SOMON, *Problematiche teoriche e tecniche relative all'integrazione della ceramica di scavo, Tesi di diploma*, XXXVII corso di restauro, ICR Settore metalli e suppellettili antiche, Roma 1985. Delle stesse autrici, cfr. anche *Metodologie correnti di intervento e nuove proposte*, "Bollettino del Museo Internazionale delle ceramiche in Faenza", 1989, LXXV, 1-3, pp.17-30. Di qui in avanti, se non specificato, il termine Polyfilla si riferisce al tipo 'Interior'. Rif. scheda tecnica: <<http://www.polyfilla.it/files/manual/STUCCO%20OPER%20INTERNI%20IN%20POLVERE.pdf>> (febbraio 2021).

<sup>4</sup> Tra i possibili leganti del nuovo impasto integrante sono state escluse le emulsioni acriliche perché di norma contengono una componente stabilizzante a base ammoniacale, notoriamente dannosa per i materiali vetrosi, quindi inadeguata per smalti e vetrine di manufatti ceramici.

<sup>5</sup> Impasti acrilici sono infatti da decenni usati per il risarcimento di lacune su differenti materiali costitutivi, soprattutto negli Stati Uniti. Per approfondimenti, cfr. P. HATCHFIELD, *Note on a fill material for water sensitive objects*, "JAIC", 1986, 25, 2, pp. 93-96; A. ANDRÉ-PERROUDON, *Les bouchages teintés: approche et étude comparative de matériaux de bouchage teintés dans la masse pour la restauration des céramiques*, Bruxelles 1993; C.J. BUTTLER, *The conservation of the Sedgwick Museum Barrington (Quaternary) hippopotamus skeleton*, "The geological curator", 1994, 6, 1, pp. 3-6; L.

**Fig. 14**

Coppa invetriata, MNAO 539, dettaglio di una integrazione a puntinato ad acquerello sullo strato di finitura a Modostuc tal quale.

**Fig. 15**

Coppa invetriata, MNAO 539, totale della coppa a intervento concluso.

KRONTHAL ELKINE, C. KRUMRINE, *What a relief! A practical, inexpensive approach to the conservation of a large 19<sup>th</sup> dynasty sandstone stela*, in E.C. BROWN, F. MACALISTER, M.M. WRIGHT (Eds.), *Conservation of Ancient Egyptian Collections*, London 1995, pp. 153-163; W. WALKER, *Gap-filling friable ceramics with microballoons and Paraloid B-67*, "Studies in Conservation", 1996, 41, 2, pp. 29-29; K. ANDREW, *Conservation of the Whitby Saurians: large scale, on site geological conservation in North Yorkshire, United Kingdom*, "Journal of the Canadian Association for Conservation", 1999, 24, pp. 3-10; M. PÉREZ, *Interprétation moderne de la technique ancienne de la faïence égyptienne: deux vases art déco en faïence siliceuse de Felix Massoul (Musée d'Art moderne de la Ville de Paris)*. Conservation, restauration de deux vases et étude de la composition et des altérations de plusieurs œuvres du même artiste en vue de leur conservation, Mémoire de fin d'études Diplôme de Restaurateur du patrimoine - Spécialité Arts du feu, Institut National du patrimoine (IFROA), Paris 2006; C. BAYOLE, *Terre cuite insolite de Canosa: étude et restauration d'un vase funéraire du IVe IIIe siècle avant J.-C. (Musée du Louvre, collection Campana)*. Evaluation d'une méthode de protection temporaire de couches polychromes mates et fragiles en vue d'un nettoyage, Mémoire de fin d'études Diplôme de Restaurateur du patrimoine - Spécialité Arts du feu, Institut National du patrimoine (IFROA), Paris, 2007; K. ANDREW, *Gap fills for geological specimens - or making gap fills with Paraloid*, "NatSCA News", 2009, 16, pp. 41-45, <<https://www.natsca.org/sites/default/files/publications/NatSCA%20News%20Issue%2016-9.pdf>>.

<sup>6</sup> Si ringraziano le colleghe per il sostanziale contributo apportato alla ricerca condotta.

<sup>7</sup> Cfr. P. HATCHFIELD, *op. cit.*; W. WALKER, *op. cit.*; S.M. SMITH, *The Manufacture and Conservation of Egyptian Faience*, in J. BRIDGLAND (Ed.), *Preprints 11<sup>th</sup> ICOM Triennial meeting, Committee for Conservation Paris, Edinburgh 1-6 September 1996*, vol. 2, pp. 845-850; D.M. WILSON, *Paraloid B-72 Infilling System for Wooden Artifacts*, "ICOM Ethnographic Conservation Newsletter", 1998, 18, pp. 9-11. Della stessa autrice, *Further uses for Paraloid B-72: Infilling systems for gilded, painted and lacquered wood*, in WAG *Postprints, 26<sup>th</sup> AIC Wooden Artifacts Group Annual Meetings, Alexandria (Virginia) June 1998*, <[http://www.wag-aic.org/1998/WAG\\_98\\_wilson.pdf](http://www.wag-aic.org/1998/WAG_98_wilson.pdf)>. La formulazione riprodotta è la Recipe for Paraloid B-72 Gesso. Marie Svoboda, attraverso una comunicazione personale, ci ha proposto di miscelare ml 75 di Paraloid B72 al 25% in acetone, g 3 di silice micronizzata, g 14 di polvere di cellulosa Whatman CF11. Quest'ultima, fuori produzione, è stata sostituita da polvere di cel-

lulosa 3642 Cellulose Binder della SPEX Certi Prep.

<sup>8</sup> TLV-TWA etanolo 1000 ppm – TLV-TWA acetone 500 ppm.

<sup>9</sup> Grado di evaporazione relativa al Dietil Etere: GER etanolo 8,3 – GER acetone 2,1.

<sup>10</sup> È il prodotto dei valori di TLV-TWA e P.R.

<sup>11</sup> Cfr. M. COLADONADO, *Il rischio chimico nel laboratorio e nel cantiere di restauro*, versione 3.0, <<http://www.icr.beniculturali.it/documenti/allegati/RISCHIO%20CHIMICO%20NEL%20RESTAURO%203.0.pdf>>

<sup>12</sup> *TriSolv*, Triangolo Interattivo dei solventi e delle Solubilità, disponibile sul sito dell'ICR: <<http://www.icr.beniculturali.it/pagina.cfm?usz=1&uid=505&umn=297>>.

<sup>13</sup> Non è stata seguita la prassi comune di portare la quantità di soluto a volume nei solventi a causa della iniziale difficoltà di sciogliere i due polimeri selezionati negli stessi o nelle loro miscele.

<sup>14</sup> Per approfondimenti, cfr. J.L. DOWN, M.A. MACDONALD, J. TREAULT, R.S. WILLIAMS, *Adhesives Testing at the Canadian Conservation Institute: An Evaluation of Selected Poly(vinyl acetate) and Acrylic Adhesives*, "Studies in Conservation", 1996, 41, 1, pp. 19-44; J.L. DOWN, *Poly(vinyl acetate) and Acrylic Adhesives: A research Update*, in J. AMBERS, C. HIGGIT, L. HARRISON, D. SANDERS (Eds.),  *Holding it all Together: Ancient and Modern Approaches to Joining, Repair and Consolidation*, London 2009, pp. 91-98; J.L. DOWN, *The evaluation of selected poly(vinyl acetate) and acrylic adhesives: A final research update*, "Studies in Conservation", 2015, 60, 1, pp. 33-54.

<sup>15</sup> *Technical Data Sheet PARALOID™ B-67 Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin* <<https://www.dow.com/content/dam/dcc/documents/en-us/productdatasheet/884/884-00181-01-paraloid-b67-solid-grade-thermoplastic-acrylic-resin-tds.pdf?iframe=true>>.

<sup>16</sup> La percentuale del 20% P/V è stata scelta dopo aver verificato, attraverso la riproduzione delle ricette note (paragrafo *Studio preliminare: test delle miscele già note per delimitare gli obiettivi della ricerca* nel testo), che gli impasti con soluzioni del 15% sono poco coesi e tenaci, quelli oltre il 20% hanno giusta compattezza ma tempi di asciugatura superiori alle 24 ore e in genere sono troppo viscosi per essere agevolmente modellati all'interno delle lacune.

<sup>17</sup> Tutte le 3M Glass Bubbles sono microsferiche cave di vetro di borosilicato; cfr.

<<http://multimedia.3m.com/mws/media/1237832/O/3m-glass-bubbles.pdf>>.

<sup>18</sup> Prodotta dalla Certi Prep; questo prodotto, di norma impiegato per l'indagine XRF, è composto da

fibre di cellulosa lunghe non più di  $\mu\text{m}$  20.

<sup>19</sup> Fibre di lunghezza media di  $\mu\text{m}$  200. Per i dettagli tecnici: <<http://kremerpigmente.com/media/pdf/59770e.pdf>>.

<sup>20</sup> Fibre di lunghezza media di  $\mu\text{m}$  700. Per approfondimenti, cfr. <<http://www.vento.com.vn/docs/vi/Cellulose%20fiber/BC1000.pdf>>.

<sup>21</sup> Questa carica è stata scelta per l'esperienza personale di Roberta Bollati che per conto del Centro di Conservazione Archeologica (CCA) ha integrato una vasca di fontana romana con un impasto a base di Paraloid B72 e polvere di marmo bianco.

<sup>22</sup> I bordi di frattura sono stati trattati con concentrazioni crescenti di Paraloid B72 in acetone, comprese tra il 2,5% e il 10% (P/V).

<sup>23</sup> AG-4: g 8,5 di soluzione di Paraloid B 72, g 1,6 di microsfere K1, g 1,1 di polvere di cellulosa BW40, g 0,4 di terre ventilate.

<sup>24</sup> Sono state anche testate formulazioni a tre inerti, ma questa ricerca è stata presto abbandonata data l'evidente difficoltà di ottenere provini con un'omogenea distribuzione delle cariche.

<sup>25</sup> Terre ventilate (Maimeri) in quantità minima, soprattutto se rapportata al volume complessivo dei due inerti, quindi tale da non modificare le proprietà dei provini. I campioni sono stati protetti con Paraloid B67 al 5% in etere di petrolio 80-100 °C (P/V). Questa resina, oltre ad essere resistente all'umidità e alle radiazioni luminose, sciolta in etere non interferisce con il Paraloid B72 usato come legante nell'impasto acrilico. Cfr. *TriSolv*, cit.

<sup>26</sup> L'invecchiamento è stato impostato in cicli da 12 ore suddivisi ognuno in due segmenti da 5 ore (un segmento a 50 °C e 20% UR e l'altro a 5 °C e 90% UR), intervallati da un segmento di transizione della durata di 1 ora.

<sup>27</sup> Meno di un terzo dei provini ha subito una lieve deformazione.

<sup>28</sup> M. VIDALE, R. MICHELI, *Protohistoric graveyards of the Swat Valley, Pakistan: new light on funerary practices and absolute chronology*, "Antiquity", 2017, 91, 365, pp. 389-405.

<sup>29</sup> Cfr. G. STACUL, *Preliminary Report on the Pre-Buddhist Necropolises in Swat (W. Pakistan)*, "East and West", 1966, 16, 1/2, pp. 37-79; G. STACUL, *The Grey Pottery in the Swāt Valley and the Indo-Iranian Connections (ca. 1500-300 B.C.)*, "East and West", 1970, 20, 1/2, pp. 92-102; G. LOMBARDO, *Le origini remote dell'orizzonte arcaico della ceramica grigia occidentale. I contatti culturali attraverso l'Altopiano Iranico e l'Asia Centrale*, in P. D'AMORE (a cura di), *L'argilla e il tornio. Tecniche e tipologie vascolari iraniche dal Periodo del Ferro*

*all'età dell'Impero Sasanide*, Catalogo Mostra, Roma (Palazzo Brancaccio) 12 aprile-19 dicembre 1999, Roma 1999, pp. 89-118.

<sup>30</sup> G. LOMBARDO, *op. cit.*, p. 96.

<sup>31</sup> Cfr. G. STACUL, *Preliminary Report...*, cit.; C. SILVI ANTONINI, G. STACUL, *The proto-historic Graveyards of Swat (Pakistan)*, Roma 1972, Part 1, *Description of graves and finds*, Text, p. 59.

<sup>32</sup> Cfr. G. STACUL, *Preliminary Report...*, cit. e C. SILVI ANTONINI, G. STACUL, *The proto-historic...*, cit., p. 249.

<sup>33</sup> Si ringrazia la dottoressa Gabriella Di Flumeri per aver seguito questa parte del lavoro con disponibilità e grande interesse.

<sup>34</sup> Museo Nazionale d'Arte Orientale, Inventario base del materiale artistico; Museo Is.M.E.O e privati. N 1.

<sup>35</sup> Per un quadro storico-artistico approfondito, cfr. M. HATTSTEIN, P. DELIUS, *Islam. Arte e architettura*, Köln 2001.

<sup>36</sup> J.W. ALLAN, *Abū'l-Quāsim's Treatise on Ceramics*, "Iran" Journal of the British Institute of Persian Studies, 1973, 11, 1, pp. 111-120; G. FEHERVARI, *La ceramica islamica*, Milano 1985; G. CURATOLA, *Ceramiche Persiane, IX-XIV secolo*, Milano 1993.

<sup>37</sup> E.J. GRUBE, *Islamic Pottery of the Eighth to the Fifteenth Century in the Keir Collection*, London 1976, pp. 177-192.

<sup>38</sup> I reperti sono stati sottoposti alle indagini mineralogico-petrografiche eseguite da Lucia Conti e Laura Medeghini: diffrattometria XRD, osservazione delle sezioni sottile e stratigrafica al microscopio ottico (per tutti i reperti); analisi termogravimetrica TGA (ad eccezione della coppa MNAO 539). Si veda L. CONTI, L. MEDEGHINI, *Relazione prot. n. 4927 Cl.31.11.02 del 31/07/2017*, Laboratorio prove sui materiali ICR, Roma 2017. Tali analisi conoscitive hanno permesso di caratterizzare i due vasi provenienti dallo Swat (MNAO 3024 e 3531) come reperti cotti a basse temperature (inferiori a 700 °C). I due vasi da Shahr-i Sokhta e la coppa MNAO 3024 sono stati inoltre sottoposti all'indagine radiografica per chiarire alcuni aspetti legati alle tecnologie di produzione, si ringrazia il dott. Sergio Di Pilato per il prezioso contributo.

<sup>39</sup> Come confermato da un test eseguito con il BDG 86 per beni ceramici, applicato a tampone.

<sup>40</sup> Progressivamente applicato all'1,5%, 2,5% e 5% in acetone (P/V).

<sup>41</sup> Diluito in acetone alle stesse concentrazioni del B67.

<sup>42</sup> Al 25% P/V in acetone.

<sup>43</sup> Preparato mescolando la resina epossidica bicomponente UHU® Plus Endfest con microsfere di

vetro piene e terre ventilate (bianco di Spagna, terra d'ombra bruciata e nero avorio) fino ad ottenere una consistenza plasmabile.

<sup>44</sup> Prima di realizzare l'inserito, i bordi della lacuna e le superfici limitrofe sono state protette con il Parafilm M®, e una lastra di plastilina è stata impiegata per supportare lo stucco. La plastilina è stata incisa per ottenere un inserto epossidico dalla superficie scabra, necessaria a garantire il successivo ancoraggio dello strato di impasto AG-4. Il Parafilm è una pellicola di poliolefine e cera paraffinica termoplastica e impermeabile. Cfr. <<http://www.parafilm.com>>.

<sup>45</sup> Paraloid B67 al 5% in etere di petrolio 80-110 °C, P/V.

<sup>46</sup> C. SILVI ANTONINI, G. STACUL, *The proto-historic...*, cit., Plates, tav. PLCCXVI.

<sup>47</sup> L. CONTI, L. MEDEGHINI, *op. cit.*; lo spettro ha inizialmente evidenziato «gli assorbimenti tipici della calcite, gesso e quarzo con i segnali dello stretching C-H delle sostanze organiche. Per una loro maggiore comprensione successivamente si è proceduto ad eseguire un'estrazione della frazione organica dal campione (n. 5) mediante cloroformio a 40 °C per 10 minuti. L'estratto mostra gli assorbimenti tipici di una cera...».

<sup>48</sup> Nel tentativo di ricostruire la storia conservativa del manufatto è stata condotta una ricerca d'archivio presso il Museo, trovando così una scheda di restauro datata al 1969. Da questa si apprendono informazioni sulla preesistenza di un incollaggio non documentato, sulla natura dell'adesivo utilizzato (gommalacca) e sulla tecnica di pulitura impiegata: meccanica a bisturi. Nella scheda di restauro non sono citate né la cera né le integrazioni, tanto da far ipotizzare un ulteriore restauro, successivo al 1969.

<sup>49</sup> 7% alcol isopropilico, 8% isottano, 85% metil-etil-chetone. Né l'etanolo né la miscela, applicati ad impacco, sono riusciti a rimuovere cinque piccoli incollaggi localizzati poco sopra la carenatura. Vista la presenza di una fessura che ha inizio da uno dei giunti in questione, e alla luce del buon allineamento tra i frammenti interessati, in questo punto si è preferito mantenere, in quel punto, i vecchi incollaggi.

<sup>50</sup> 15% alcol isopropilico, 15% metil-etil-chetone, 70% isottano.

<sup>51</sup> Prima al 2%, poi al 5% in acetone (P/V).

<sup>52</sup> La scelta di riproporre, attraverso le integrazioni formali, il colore del corpo ceramico e non quello dell'ingobbio è dipesa dalla valutazione dello stato di fatto del reperto, caratterizzato da estese abrasioni. Il restauro della ceramica archeologica non prevede che queste vengano ritoccate cromaticamente per accordarle al contesto, a differenza di quanto avviene per le superfici pittoriche. Questo perché il degrado di un manufatto archeologico contiene informazioni sia circa la fase d'uso del reperto stesso sia relative al periodo di interrimento, informazioni che vengono ritenute parte integrante del suo valore storico in quanto bene culturale. Nel caso in esame si è perciò ritenuto esteticamente più opportuno prendere come riferimento cromatico le superfici abrase.

<sup>53</sup> Soluzione al 5% in etere di petrolio 80-110 °C.

<sup>54</sup> S. DAVISON, *Conservation and Restoration of Glass*, Oxford 2003 (prima edizione: 1989), pp. 184-186.

<sup>55</sup> L. CONTI, L. MEDEGHINI, *op. cit.*

<sup>56</sup> 26% alcol isopropilico, 9% isottano, 65% metil-etil-chetone. La miscela rientra nell'area di solubilità delle proteine.

<sup>57</sup> Prima di optare per questa soluzione si è tentato di indurre una saturazione dello strato lattescente con successive applicazioni di soluzioni di Paraloid B72 a basse concentrazioni, senza ottenere però il risultato sperato.

<sup>58</sup> In acetone al 2,5%, 5% e 10% (P/V).

<sup>59</sup> Al 5% P/V in acetone.

<sup>60</sup> Al 25% in acetone (P/V).

<sup>61</sup> Tecnica di ritocco utilizzata su ceramiche, per la prima volta in ICR, in occasione di una tesi di diploma. Per approfondimenti, cfr. E. MONTANELLI, *L'integrazione delle ceramiche a figure nere e a figure rosse: questioni di metodo e materiali di intervento*, "Bollettino ICR - Nuova serie", 2007, 15, pp. 124-151.

<sup>62</sup> Stucco a base di carbonato di calcio, solfato di bario e polivinilversatato (comunicazione del produttore Gimod srl). Era indispensabile, nel caso in esame, predisporre una superficie compatta sulla quale intervenire cromaticamente; l'impiego di questo stucco in strati inferiori al millimetro ha ridotto la somministrazione di acqua all'invetriatura più di quanto non sarebbe stato possibile con altre materiali, quali ad esempio un impasto a base di gesso di Bologna e colla animale.