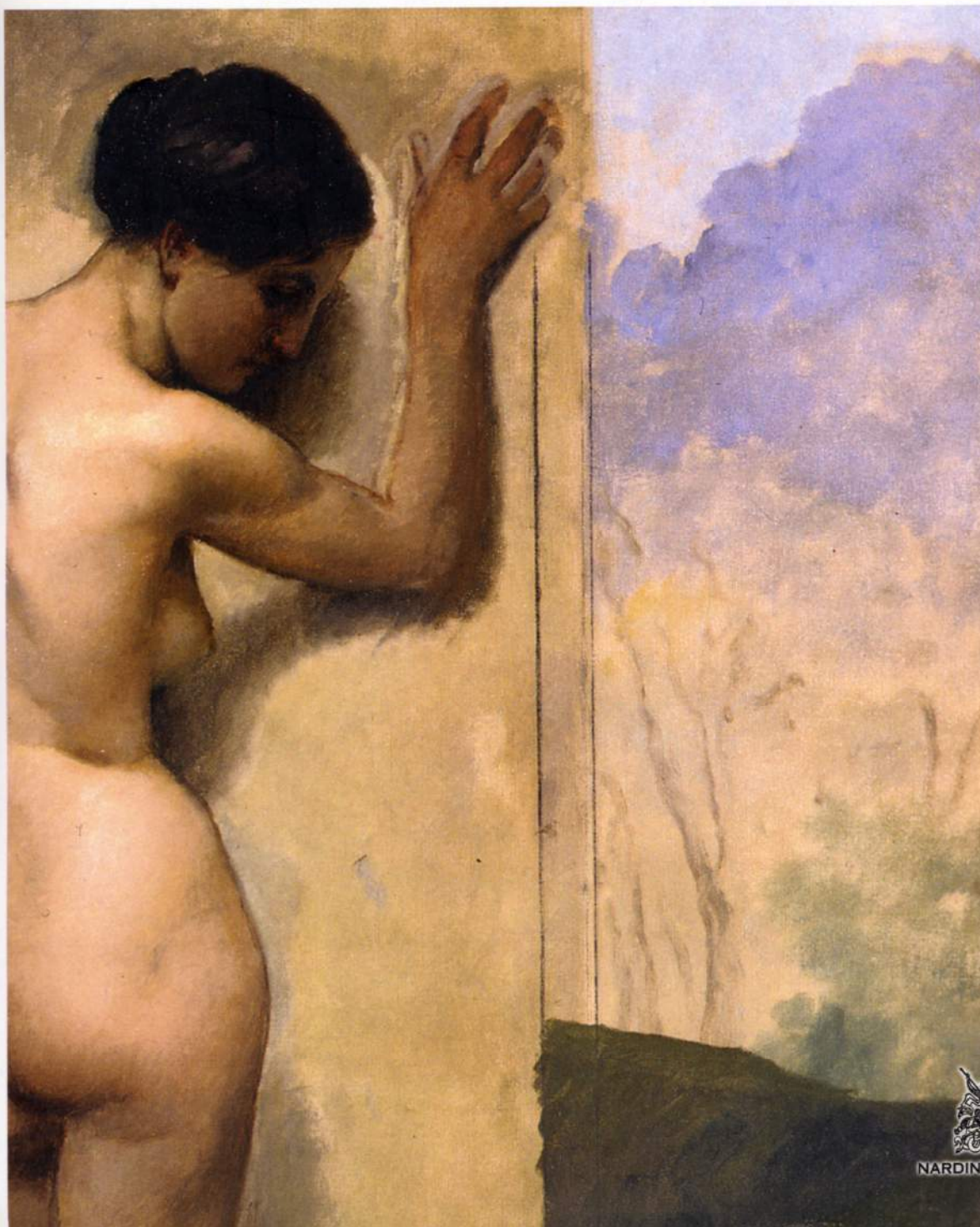


Lo Stato dell'Arte **12**

23/25 ottobre 2014

Accademia di Belle Arti di Brera, Milano

CONGRESSO ANNUALE



NARDINI EDITORE

Realizzato con il sostegno di



BRERA
ACCADEMIA DI BELLE ARTI
Milano

EXPONSOR
ART IN PROGRESS



isCr ISTITUTO SUPERIORE
PER LA CONSERVAZIONE
ED IL RESTAUR



con il patrocinio di

inBrera
Pinacoteca



COMITATO SCIENTIFICO

Lorenzo Appolonia, Soprintendenza Beni Culturali, Aosta
Carla Bertorello, Cooperativa CBC, Roma
Achille Bonazzi, Università degli Studi di Parma
Giorgio Bonsanti, Università degli Studi di Firenze
Giovanna Cassese, Accademia Delle Belle Arti di Napoli e L'Aquila
Guido Driussi, Chimico professionista, Venezia
Augusto Giuffredi, Accademia di Belle Arti di Bologna
Gianluca Nava, Nova Ars Restaurandi
Lorella Pellegrino, Restauratrice
Rolando Ramaccini, Coobec
Antonio Rava, Restauratore, Rava & C., Torino
Ornella Salvadori, Sopr. Speciale per il Patrimonio storico, ed etnoantropologico e per il Polo Museale della Città di Venezia
Gloria Tranquilli, Sopr. Speciale per il Patrimonio storico, ed etnoantropologico e per il Polo Museale della Città di Venezia

Si ringrazia per la disponibilità e l'ospitalità l'Accademia di Belle Arti di Brera,
Luciano Formica per l'apporto scientifico organizzativo

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Dott.ssa Daniela Rullo – daniela.rullo@igiic.org
IGIIC - Gruppo Italiano dell'International Institute for Conservation
Via Valeggio, 18 - 10128, Torino
www.igiic.org / info@igiic.org
Tel. +39 0115533839

SEDE DEL CONGRESSO
Accademia di Belle Arti di Brera, Milano

EDITING e ELABORAZIONE GRAFICA
Daniela Rullo – IGIIC



XII Congresso Nazionale IGIIC

Lo Stato dell'Arte 12

Volume degli Atti

Milano, Accademia di Belle Arti di Brera
23/25 Ottobre 2014

Presentazione *a cura di*

Prof. Franco Marrocco

Direttore e Coordinatore del corso di restauro
Accademia delle Belle arti di Brera

L'Accademia di Brera, che in questi anni ha così tanto investito nella scuola di restauro, grazie ad una lunga ma costante strada di perfezionamento, ha portato al riconoscimento ministeriale i tre profili oggi attivi (PFP1, PFP2 e PFP5). È lieta di poter diventare in questa occasione, ente ospitante ma anche promotore di un'iniziativa di alto livello culturale e di ampia risonanza internazionale, come il dodicesimo congresso del Gruppo italiano dell'IIC.

La possibilità di partecipare attivamente all'evento, di ospitarne gli artefici, vederne il delicato ed attento lavoro di selezione, verifica e organizzazione, ha permesso di misurarsi e confrontarsi con una manifestazione che può essere considerata un momento fondamentale di formazione per i nostri studenti, che attenti partecipanti, avranno l'occasione di ascoltare e conoscere una eterogeneità di esperienze e di problematiche che potranno stimolare un successivo dibattito ed approfondimento anche all'interno dei singoli percorsi di studio.

Momento dunque formativo che vorrebbe accostarsi ed aggiungersi ad una serie di progetti di collaborazione e confronto con altre importanti realtà nell'ambito del restauro e della conservazione italiani, che permetteranno agli studenti di restauro di osservare metodologie di studio, di analisi, di ricerca ma anche d'intervento ad opera dei grandi centri come il CNR, con cui si è attivata una importante convenzione e, solo per citarne uno dei tanti, con il centro CSGI di Firenze attivo nella ricerche di nuovi materiali specifici per il restauro.

Un'altra fondamentale esperienza per i nostri studenti è quella di recente attivata attraverso un attento coordinamento eseguito dai docenti di restauro. Questi, rigorosamente selezionati attraverso i parametri indicati dal MIUR, insieme ai docenti di storia dell'arte, alla soprintendenza competente e ai responsabili delle collezioni, hanno dato inizio ad vero e proprio "censimento delle esigenze conservative" dell'imponente e preziosissimo patrimonio storico artistico di proprietà dell'Accademia di Brera. Tale percorso permetterà agli studenti di instaurare un contatto diretto e privilegiato con le opere d'arte di proprietà dell'Accademia ed impostare con esse quel dialogo che è presupposto fondamentale per la conoscenza e il riconoscimento dell'opera, operazione fondamentale ed indispensabile per l'elaborazione di un adeguato progetto di restauro.

Una corralità dunque di progetti ed eventi che vede nella partecipazione al dodicesimo congresso dell'IGIC una costante volontà da parte dell'Accademia, insieme ai suoi docenti, di aprire le porte alle esperienze e alle voci altamente competenti in materia di restauro per evitare quella autoreferenzialità che porta inevitabilmente alla chiusura e all'involuzione, umana e scientifica.

Lieti di poter condividere questa esperienza e approfondimento tecnico e scientifico in materia di conservazione e restauro, non possiamo che augurare a tutti, organizzatori, autori e uditori, un buon lavoro.

MALTE INNOVATIVE PER LA COPERTURA DELLE CRESTE MURARIE IN AMBITO ARCHEOLOGICO

Arch. Federica Fernandez*, Arch. Carla Maria Terrana**,
Ing. Daniele Enea***, Prof. Ing. Patrizia Livreri****

*Responsabile Tecnico, Master II livello “Nanotecnologie e Nanomateriali per i Beni Culturali”, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 90128, Palermo, +393473880702, fernandez.arch@gmail.com

**Ricercatore Esperto in Nanotecnologie e Nanomateriali per i Beni Culturali, Master II livello, Università degli Studi di Palermo, +393292748807, arch.carlaterrana@hotmail.it

***Borsista di Ricerca, PhD, DARCH, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 90128, Palermo, +3909123896151, daniele.enea@unipa.it

****Coordinatore, Master II livello “Nanotecnologie e Nanomateriali per i Beni Culturali”, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze 90128, Palermo, +393204376503, patrizia.livreri@unipa.it

Abstract

The main objective of this study is to evaluate the opportunities offered by nanotechnologies to the production of innovative mortars with enhanced performances for the reconfiguration of walls ridges in the archaeological field.

In particular, an already existing additive, based on silica nano-particles in aqueous solution, was tested mixing it in varying percentages to a hydraulic lime mortar and *pozzolana*.

The following tests were carried out on different samples: resistance to bending and compression, adhesion to the surface, water absorption coefficient through capillarity, accelerated ageing test using salt mist.

In the final stage, some comparative considerations among the different mortars were deducted, offering several possibilities for the adoption of mortars with nano-additives even in the conservation of artefacts of great historical and artistic value such as the ones constituting the archaeological heritage.

Introduzione

L’obiettivo del presente studio è stato quello di valutare le possibilità offerte dalle nanotecnologie per il confezionamento di una malta da restauro con prestazioni avanzate per la riconfigurazione delle creste murarie in ambito archeologico. Le *creste murarie* sono le finiture della parte sommitale dei muri, la cui funzione tecnica è quella di impedire che l’azione degli eventi meteorologici, ambientali e antropici possa instaurare un processo di degrado della muratura [1] (Fig. 1). La cresta è, infatti, la parte più esposta all’aggressività degli agenti atmosferici, in cui l’azione combinata e prolungata nel tempo di acque meteoriche e vegetazione infestante, conduce inevitabilmente alla disgregazione dei materiali (malte o lapidei), causando la sconnessione dei singoli elementi. La semplice sconnessione, localizzata nella parte sommitale della muratura, costituisce un’agevole via di accesso a vari fenomeni di degrado e di dissesto, che possono compromettere in breve tempo la conservazione dell’intera muratura [2] (Fig.2). A tal proposito, nel tempo, si è affrontata la problematica [3,4], ottenendo spesso risultati non duraturi nel tempo o, addirittura, accelerando il degrado della muratura, come nel caso delle integrazioni con malta cementizia [5].

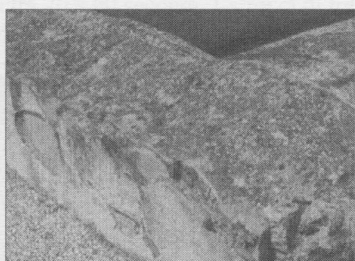


Figura 1. Solunto (Pa), in alcuni casi le creste delle murature sono state rivestite con la cosiddetta *pelle d'elefante* (malta cementizia e ghiaia). [1]

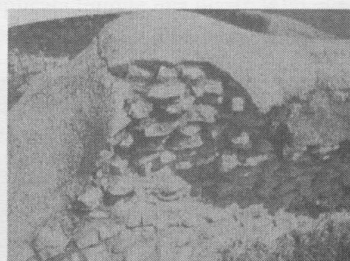


Figura 2. Solunto (Pa). La mancata predisposizione di giunti di dilatazione nelle copertine ha causato la formazione di linee di frattura che hanno interessato anche la sottostante struttura antica. [1]

Il presente lavoro propone la sperimentazione in laboratorio di malte innovative a base di calce idraulica, pozzolana e un additivo nanostrutturato in varie percentuali, con l'obiettivo di conferire alla malta migliore resistenza meccanica, aderenza al supporto, lavorabilità e resistenza all'acqua rispetto alle malte tradizionali, per un possibile utilizzo per la copertura delle creste murarie [6]. Inoltre, è stata condotta una verifica delle prestazioni, dopo l'applicazione di cicli di invecchiamento accelerato in camera a nebbia salina, per testare la resistenza ad ambienti aggressivi delle malte confezionate, nell'ottica della nuova prospettiva introdotta dal Regolamento EU 305/2011 che impone la dichiarazione sulla durabilità dei materiali.

Materiali, metodo e fasi

Il prodotto che si è scelto di testare è un additivo, il cui nome commerciale è SurfaMix[®] C, prodotto da NanoPhos, a base di nanoparticelle di silice in soluzione acquosa, senza presenza di lattice. L'aggiunta del prodotto alla miscela consente di aumentare l'adesione e l'ancoraggio delle malte sulle superfici, aumentando l'elasticità e riducendo la formazione di fessurazioni, il restringimento e la formazione di capillari che assorbono acqua. Il prodotto, inoltre, prolunga la lavorabilità della miscela.

La sperimentazione è stata svolta secondo le seguenti fasi: nella *prima fase* sono stati confezionati i provini a base di malta di calce idraulica naturale con diverse percentuali di pozzolana rispetto al peso della calce (1,5% e 2,5%), al fine di migliorare la resistenza meccanica e diminuire l'assorbimento per capillarità, variando anche le percentuali dell'additivo nanostrutturato (1,25% e 2,5%) per migliorare il processo di idratazione, ottenendo un totale di 7 miscele differenti (Fig. 3). Per ogni miscela sono stati confezionati diversi impasti per il raggiungimento di un numero di provini adeguato al fine di fornire risultati statisticamente attendibili (Fig. 4). In tabella 1 viene riportato il mix-design impiegato per il confezionamento dei provini prismatici di malta, tre per ciascuna formulazione. Le dimensioni dei provini sono pari a 40 mm x 40 mm x 160 mm e sono le misure standardizzate per l'effettuazione delle prove meccaniche previste dalla fase sperimentale, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1015-11 [8].

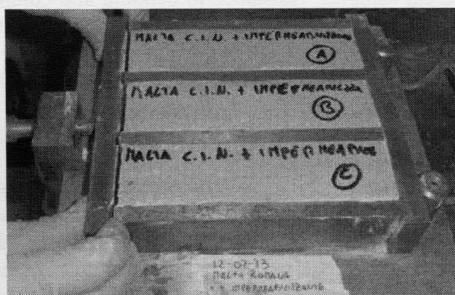


Figura 3. Fase di disarmo dei provini

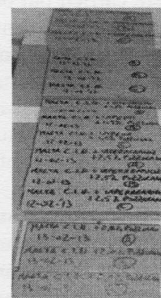


Figura 4. I provini della sperimentazione

Tabella 1. Mix-design dei provini

Tipo	Miscela	Dosaggio			
		Polvere Romana	Acqua	Pozzolana	Additivo SurfaMix C
M1	Malta C.I.N.*	1500 gr	360 ml	-----	-----
M2	Malta C.I.N.*+ 1,5 % Pozzolana	1500 gr	360 ml	22,5 gr	-----
M3	Malta C.I.N.*+ 2,5 % Pozzolana	1500 gr	360 ml	37,5 gr	-----
M4	Malta C.I.N.*+ 1,25 % SurfaMix C	1500 gr	341,25 ml	-----	18,75 ml
M5	Malta C.I.N.*+ 2,5 % SurfaMix C	1500 gr	322,5 ml	-----	37,50 ml
M6	Malta C.I.N.*+ 1,5 % Pozzolana + 1,5 % SurfaMix C	1500 gr	341,25 ml	22,5 gr	18,75 ml
M7	Malta C.I.N.*+ 2,5 % Pozzolana + 2,5 % SurfaMix C	1500 gr	322,50 ml	37,50 gr	37,50 ml

* Calce Idraulica Naturale

Nella *seconda fase*, dopo la necessaria stagionatura dei provini, pari a 28 giorni, sono stati effettuati i test per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche delle malte confezionate per verificarne i requisiti nella prospettiva di un utilizzo per la copertura di creste murarie. In particolare, sono state valutate la *resistenza a flessione* e a *compressione* della malta indurita [8], l'*aderenza al supporto* [9], il *coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità* [10]. Una parte dei provini è stata sottoposta ad *invecchiamento accelerato* mediante nebbia salina [11, 13], per una valutazione degli effetti che un ambiente aggressivo, che simula l'aerosol marino, potesse indurre sulle prestazioni meccaniche delle malte, in particolare la resistenza meccanica a compressione [8].

La *resistenza a flessione* della malta è stata determinata sollecitando su tre punti fino alla rottura i campioni prismatici di malta indurita, i quali sono stati collocati nella macchina di prova con un faccia laterale sui rulli di supporto e con l'asse longitudinale normale rispetto ai supporti (Fig. 5). Si è applicato verticalmente il carico per mezzo di carico sulla faccia laterale opposta del prisma, aumentandolo in modo uniforme a una velocità di (50 ± 10) N/s fino a rottura (Fig. 6), secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1015-11.

La *resistenza a compressione* della malta è stata determinata sulle due parti ottenute dalla prova di resistenza alla flessione. La prova è consistita nel posizionare sui piatti della macchina i provini e, dopo aver inserito i dati nel software ed aver accertato che la velocità di prova era pari a 2400 N/s, si è proceduto ad aumentare uniformemente il carico per tutta la durata della prova fino alla rottura (Fig. 7), secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1015-11.

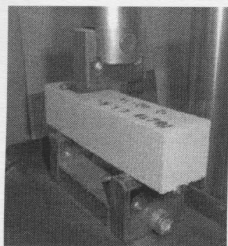


Figura 5. Misura della resistenza a flessione su tre punti

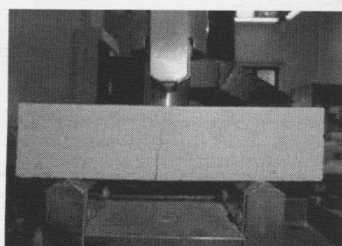


Figura 6. Rottura tipica in mezzeria del provino

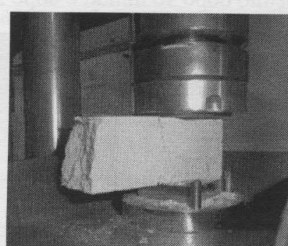


Figura 7. Misura della resistenza a compressione

L'*aderenza* tra la malta e un supporto è stata ottenuta calcolando lo sforzo massimo di trazione, mediante carico diretto perpendicolare alla superficie della malta applicata su un supporto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1015-12. I provini sono stati confezionati stendendo uno strato di malta di 10\11 mm all'interno di uno stampo su un supporto in calcestruzzo (Fig. 8). Dopo la stagionatura della malta, i provini sono stati ritagliati utilizzando una carotatrice fino ad una profondità di circa 2 mm entro il supporto, inseriti in un involucro costituito da un foglio in polietilene a tenuta e mantenuti per 7 giorni a temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ circa (Fig. 9) e per i restanti 21 giorni mantenuti fuori dall'involucro, alla stessa temperatura.

A stagionatura ultimata, è stato condotto il test di misura dell'aderenza. La macchina ha applicato una forza perpendicolare all'area di prova, in modo graduale e senza strappi con un incremento di carico pari a $0,002 \text{ Nmm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, secondo la forza di adesione attesa [12] e in modo che il distacco potesse avvenire in un tempo compreso tra 20 e 60 secondi. La forza di trazione è stata applicata tramite una piastrina incollata sulla superficie di prova della malta (Fig. 10), determinando tre possibili modi di frattura, come da Schema 1.

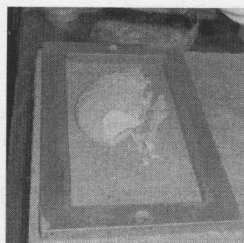


Figura 8. Fase di stesura della malta sul supporto

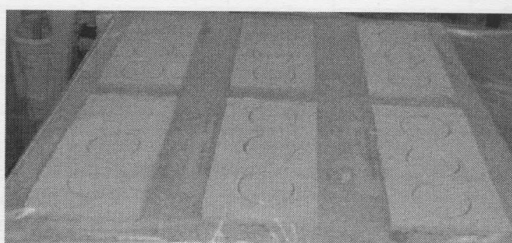


Figura 9. Stagionatura dei provini



Figura 10. Prova a trazione

Schema 1. Le tre possibili modalità di lesione malta-piastra



Con la prova di *assorbimento per capillarità* è stato determinato il coefficiente di assorbimento d’acqua per capillarità delle malte indurite, contenenti leganti minerali e aggregati normali o leggeri, secondo la norma UNI EN 1015-18. Prima di iniziare la prova, i provini, già stagionati, sono stati sigillati lungo le quattro facce longitudinali, utilizzando una malta idrofoba con spessore millimetrico (Fig. 11). Si è proceduto quindi alla rottura di essi (Fig. 12) e, in seguito, alla pesatura collocando i campioni in un contenitore, con le facce spezzate dei prismi rivolte verso il basso immersi in acqua per un’altezza di 5-10 mm per tutta la durata della prova, avendo la cura di tenere le superfici dei campioni a distanza dalla base del vassoio tramite idonei supporti (Fig. 13). Dopo 10 minuti dall’immersione, i campioni sono stati rimossi, asciugati e pesati. Lo stesso procedimento è stato ripetuto dopo 90 minuti e dopo 24 ore.



Figura 11. Fase di sigillatura dei provini

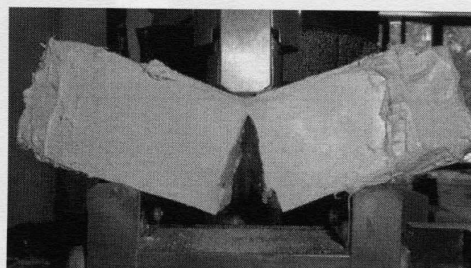


Figura 12. Rottura dei provini per la prova di assorbimento per capillarità

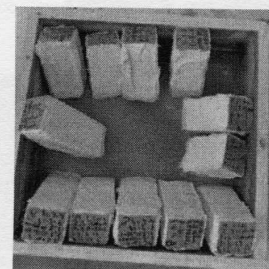


Figura 13. Provini immersi in acqua durante la prova di assorbimento per capillarità

La *prova di invecchiamento* in camera a nebbie saline è stata effettuato con l’utilizzo della macchina DCTC 600[®] della ditta Angelantoni, in grado di riprodurre le condizioni di un ambiente aggressivo per la presenza di atmosfera salina [13]. La soluzione utilizzata è stata preparata miscelando 10 parti in massa di cloruro di sodio, aggiunto gradualmente, con 90 parti di acqua distillata, affinché il sale si sciogliesse completamente senza depositarsi sul fondo del contenitore utilizzato, ottenendo così una concentrazione di $100 \pm 10 \text{g l}^{-1}$. Per l’invecchiamento accelerato dei provini si è previsto la ripetizione n-volte di un ciclo base composto da due segmenti distinti, riassunti in Tabella 2.

Tabella 2. Cicli di invecchiamento in camera salina

Ciclo base	Temperatura (°C)	Durata (min)
Segmento bagnato con nebbia salina	55	60
Segmento asciutto senza nebbia salina	55	20
Totale	-	80

I campioni sono stati sottoposti a 3 ripetizioni giornaliere del ciclo base, per una durata complessiva di 240 minuti, alternate a 1200 minuti di sospensione del trattamento, pertanto in condizioni ambientali ($T=20^\circ\text{C}$), per complessivi 5 giorni, a completare uno step di invecchiamento accelerato.

Pertanto, ciascuno step consiste di n. 15 ripetizioni del ciclo base, per una durata complessiva dell’invecchiamento in camera salina di 1200 minuti, distribuiti in un arco temporale di 5 giorni.

Dopo due cicli di invecchiamento in camera salina i campioni sono stati sottoposti alle prove di compressione e flessione, per valutare se tale prova aveva modificato le prestazioni delle malte.

Risultati ottenuti

Nella *terza fase* dell’attività di ricerca svolta, si è proceduto all’elaborazione dei risultati ed alla verifica delle prestazioni ottenute dai provini addizionati con l’additivo aggrappante, rispetto quelli privi dello stesso additivo. Dai dati ottenuti dalla prova di *resistenza di compressione* si evince che tutte le malte confezionate in laboratorio rientrano nei limiti dettati dalla normativa UNI EN 998-1 per la classificazione di una malta di tipo R. Da studi precedenti già si poteva evincere che l’aggiunta della pozzolana avrebbe migliorato le prestazioni di resistenza della malta [8] e ciò è stato confermato dalle prove svolte, tabella 3, ottenendo i risultati migliori dai provini confezionati con la miscela M6 addizionata con pozzolana e 1,5 % di SurfaMix C.

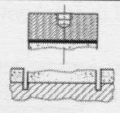
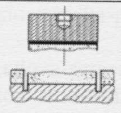
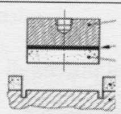
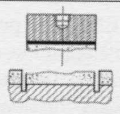
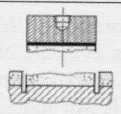
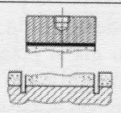
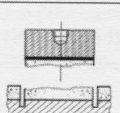
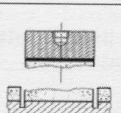
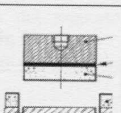
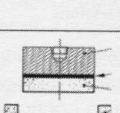
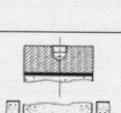
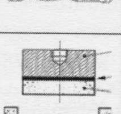
Tabella 3. Risultati della prova a flessione e compressione

Tipo	Miscela	Prova		
		Flessione	Compressione	UNI EN 998-1
M1	Malta C.I.N.	0,92 N/mm ²	1,66 N/mm ²	CS II da 1,5 a 5,0 N/mm ²
M2	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana	0,94 N/mm ²	2,41 N/mm ²	
M3	Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana	0,88 N/mm ²	2,35 N/mm ²	
M4	Malta C.I.N + 1,25 % SurfaMix C	0,76 N/mm ²	1,77 N/mm ²	
M5	Malta C.I.N + 2,5 % SurfaMix C	0,75 N/mm ²	1,63 N/mm ²	
M6	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana + 1,5 % SurfaMix C	0,78 N/mm ²	1,67 N/mm ²	
M7	Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana + 2,5 % SurfaMix C	0,95 N/mm ²	2,08 N/mm ²	

Dall’analisi dei dati si evince anche che la sola aggiunta del SurfaMix C, non presenta fenomeni di fessurazione da ritiro e migliora notevolmente l’aderenza al supporto, anche se tale risultato positivo non è accompagnato da dati rilevanti per quanto riguarda la modalità di rottura, in quanto in un paio di casi si è avuta una frattura di coesione interna della malta stessa.

Tabella 4. Risultati delle prove di aderenza al supporto

Tipo	Miscela	Aderenza $f_a = F_u/A$ N/mm ²	Modalità di frattura		
			1°	2°	3°
M1	Malta C.I.N.	0,07 N/mm ²			
M2	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana	0,05 N/mm ²			
M3	Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana	0,08 N/mm ²			

M4	Malta C.I.N + 1,25 % SurfaMix C	0,24 N/mm ²			
M5	Malta C.I.N + 2,5 % SurfaMix C	0,10 N/mm ²			
M6	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana + 1,5 % SurfaMix C	0,08 N/mm ²			
M7	Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana + 2,5 % SurfaMix C	0,07 N/mm ²			

Per quanto riguarda la *penetrazione d’acqua*, la stessa non è stata *inferiore ai 5 mm*, così come espressamente richiesto dalla normativa per classificare una malta di tipo R. I dati ottenuti dalla prova della determinazione del *coefficiente di assorbimento* d’acqua per capillarità, rientrano pertanto parzialmente in quanto previsto dalla normativa UNI EN 1015-18, e alcuni dei provini si sono imbibiti interamente d’acqua durante la prova. Si è comunque rilevato un diverso comportamento di assorbimento tra le varie tipologie dei provini, in quanto quelli confezionati con l’aggiunta del SurfaMix C hanno raggiunto la saturazione d’acqua molto più lentamente degli altri, dimostrando una certa incidenza dell’additivo nella capacità di assorbimento d’acqua delle malte.

Tabella 5. Risultati della prova di penetrazione d’acqua

Tipo	Miscela	Coefficiente assorbimento per malte R $C = 0,625 (M_3 - M_0) \text{ kg/m}^2$	UNI EN 1015-18
M1	Malta C.I.N.	22,747 kg/m ²	C ≥ 0,3 kg/m ² dopo 24 h Penetrazione d’acqua ≤ 5mm
M2	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana	22,316 kg/m ²	
M3	Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana	21,289 kg/m ²	
M4	Malta C.I.N + 1,25 % SurfaMix C	22,075 kg/m ²	
M5	Malta C.I.N + 2,5 % SurfaMix C	22,991 kg/m ²	
M6	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana + 1,5 % SurfaMix C	28,295 kg/m ²	
M7	Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana + 2,5 % SurfaMix C	24,521 kg/m ²	

Dopo aver sottoposto i provini ad invecchiamento in camera salina [13], gli stessi sono stati sottoposti alla prova di resistenza meccanica. I valori ottenuti, messi a confronto con i valori ottenuti precedentemente con provini non invecchiati, non evidenziano importanti variazioni nella resistenza meccanica, rientrando nei limiti dettati dalla normativa UNI EN 998-1 per la classificazione di una malta di tipo R. Tale test fornisce importanti dati

sulla durabilità, dimostrando che le malte confezionate hanno resistito bene all'azione aggressiva dei sali della camera climatica.

Tabella 6. Risultati della prova di penetrazione d'acqua

Tipo	Miscela	Resistenza a compressione	Valori medi	Resistenza a compressione dopo invecchiamento in camera salina	Valori medi
		Norma UNI EN 1015-11 CS II		Norma UNI EN 1015-11 CS II	
M1	Malta C.I.N.	valori da 1,5 a 5,0 N/mm ²	1,66 N/mm ²	valori da 1,5 a	1,84 N/mm ²
M2	Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana		2,41 N/mm ²		1,93 N/mm ²
	M3		Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana		2,35 N/mm ²
M4			Malta C.I.N + 1,25 % SurfaMix C		1,77 N/mm ²
	M5		Malta C.I.N + 2,5 % SurfaMix C		1,63 N/mm ²
M6			Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana + 1,5 % SurfaMix C		1,67 N/mm ²
	M7		Malta C.I.N + 2,5 % Pozzolana + 2,5 % SurfaMix C		2,08 N/mm ²

Conclusioni

In fase conclusiva, tra le varie malte confezionate sono state dedotte alcune considerazioni comparative che aprono varie possibilità per l'adozione di malte con additivi nanostrutturati anche nell'ambito della conservazione di manufatti di elevato valore storico/artistico quali i beni archeologici.

Ai fini dell'utilizzo della malta per la copertura delle creste murarie in ambito archeologico, l'obiettivo prefisso dalla ricerca era quello di ottenere un prodotto con buone caratteristiche di resistenza meccanica ed aderenza al supporto, che presentasse una discreta opposizione alla penetrazione dell'acqua e che mantenesse tali caratteristiche nel tempo.

Dalle prove effettuate sono stati ricavati buoni risultati sulla lavorabilità, l'aderenza al supporto e sulla resistenza meccanica delle malte additivate, e i dati raccolti sono rimasti pressoché invariati anche dopo i due cicli di invecchiamento in camera salina. Si può pertanto dedurre che il prodotto aggiunto alla miscela di calce idraulica e pozzolana ne migliora le prestazioni; in particolare i risultati migliori sono stati ottenuti dai provini confezionati con la miscela di Malta C.I.N + 1,5 % Pozzolana + 1,5 % SurfaMix C.

Dalle risultanze ottenute e, in particolare, avendo resistito bene all'azione aggressiva dei sali della camera climatica, le malte additivate potrebbero essere utilizzate utilmente in ambienti esposti ad aerosol marino, quali i siti archeologici in prossimità del mare. A tal fine, un'altra indagine da effettuare per convalidare l'applicabilità di tali malte per le creste murarie è la *permeabilità a vapore*, poiché la malta dovrebbe anche lasciare traspirare la muratura sottostante. La ricerca, pertanto, potrà proseguire con ulteriori sperimentazioni per ottimizzare le prestazioni della malta anche attraverso la realizzazione di test in campo delle malte che hanno dimostrato risultati migliori nella sperimentazione in laboratorio.

Si rileva, invero, che i dati ottenuti sono ancora non sufficienti per rispondere ai requisiti prestazionali previsti dalla norma relativamente agli aspetti legati all'assorbimento d'acqua. Pertanto sarebbe opportuno procedere con

ulteriori sperimentazioni, variando alcuni parametri nella miscela o pensando all’aggiunta di altri additivi che possono influire sulle prestazioni finali.

NOTE

- [1] Per un approfondimento della tematica cfr. Marino L., *Archeologia Recupero e Conservazione*, Nardini, Firenze 1993.
- [2] Sposito A., Fernandez F., *Disasters in archaeological masonry* in: Atti della 7ª Conferenza “Historic Structures and Disasters”, Cluj Napoca (Romania), 2003.
- [3] Boni G., «La conservazione dei ruderi ed oggetti di scavo», in: *Atti del Primo Convegno degli Ispettori Onorari dei Monumenti e Scavi*, Roma, 1912.
- [4] Francovich R., *Lo scavo archeologico dalla diagnosi all’edizione*, Insegna del Giglio, Firenze, 1990.
- [5] Fernandez F. *Le murature archeologiche conoscenza storica, tecnologica e materica*, Il Prato, Padova 2006.
- [6] La sperimentazione è stata condotta dall’Arch. Carla Maria Terrana quale Tesi per il conseguimento del titolo di Master di II livello dell’Università degli Studi di Palermo in “Esperto di Nanotecnologie e Nanomateriali per i Beni Culturali” durante l’Anno Accademico 2011-12, Relatore l’Arch. Federica Fernandez, Correlatore l’Ing. Daniele Enea. La ricerca è stata svolta presso i laboratori dello stabilimento della ditta Licata+Greutol di Canicattì (Ag) con il contributo del Dott. Marco Risicato e la supervisione della Prof. Ing. Patrizia Livreri.
- [7] G. Giaccio (CIC) e R. Zerbino (CONICET), *Calcestruzzo con pozzolane naturali: l’Esperienza Argentina*, Università Nazionale de La Plata, Argentina.
- [8] Il metodo specificato dalla norma UNI EN 1015-11, *Metodi di prova per malte per opere murarie - Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita*, per cui la resistenza alla flessione della malta è determinata sollecitando i campioni prismatici di malta su tre punti fino alla rottura.
- [9] La prova di aderenza al supporto è stata svolta secondo norma UNI EN 1015-12, *Metodi di prova per malte per opere murarie - Determinazione dell’aderenza al supporto di malte da intonaco esterno ed interno*.
- [10] La prova è stata svolta secondo norma UNI EN 1015-18, *Metodi di prova per malte per opere murarie - Determinazione del coefficiente di assorbimento d’acqua per capillarità della malta indurita*, secondo cui il coefficiente di assorbimento d’acqua per capillarità è misurato sottoponendo dei provini di malta in condizioni di pressione atmosferica. Dopo l’essiccazione fino a massa costante, una faccia del provino è immersa in 5-10 mm d’acqua per uno specifico periodo di tempo, determinando la curva di aumento in massa.
- [11] La macchina impiegata, la DCTC 600 della ditta Angelantoni, ha riprodotto le condizioni di un ambiente aggressivo per la presenza di atmosfera salina, secondo la norma UNI EN 14147:2005 “*Determinazione della resistenza all’invecchiamento mediante nebbia salina*”.
- [12] La forza di adesione è il rapporto tra il carico di rottura e l’area della superficie di prova.
- [13] Tale prova è stata effettuata presso il Laboratorio di Edilizia, del Dipartimento di Architettura, dell’Università di Palermo, grazie alla disponibilità offerta dal Responsabile Prof. G. Alaimo, e al contributo dell’Ing. Daniele Enea.

BIBLIOGRAFIA

1. Baruchello L., *Diagnosi dei dissesti e consolidamento delle costruzioni: manuale pratico*, DEI, Roma, 1995
2. Boni G., “*La conservazione dei ruderi ed oggetti di scavo*”, in: *Atti del Primo Convegno degli Ispettori Onorari dei Monumenti e Scavi*, Roma, 1912
3. Carboni A., Pistone G., *Le costruzioni in muratura - Interpretazione del comportamento statico e tecniche di intervento*, Hoepli, Milano, 2001
4. Croci G., *Conservazione e restauro strutturale dei beni architettonici*, UTET, Torino, 2001
5. Curtin W.G., Bray W. A., *Structural masonry designer’s manual*, BSP Professional Books, Oxford, 1987
6. Fernandez F., *Le murature archeologiche conoscenza storica, tecnologica e materica*, Il Prato, Padova 2006
7. Fernandez F., *Alterazione e degrado dei materiali lapidei naturali – Fenomeni, cause, riconoscimento e classificazione*, UniService, Firenze 2007
8. Francovich R., *Lo scavo archeologico dalla diagnosi all’edizione*, Insegna del Giglio, Firenze, 1990
9. Gleize P.J.P., Muller A., Roman H.R., *Microstructural investigation of silica fume-cement-lime mortars*, in *Cement Concrete Composites*, 25, 2003, 171-175
10. Karatasios I., Kilikoglou V., Colston B., Theoulakis P., Watt D., *Setting process of lime-based conservation mortars with barium hydroxide*, in *Cement Concrete Res.*, 37, 2007, 886-893
11. Lanás J., Alvarez J.I. *Masonry repair lime-based mortars: Factors affecting the mechanical behaviour*. In *Cement Concrete Res.*, 33, 2003, 1867-1876
12. Lanás J., Pérez Bernal J.L., Bello M.A., Alvarez Galindo J.I., *Mechanical properties of natural hydraulic limebased mortars*, in *Cement Concrete Res.*, 34, 2004, 2191-2201

13. Marino L., *Archeologia Recupero e Conservazione*, Nardini, Firenze, 1993
14. Marino L., Gorbis A., *Materiali da costruzione e tecniche edili antiche: indagini e rilievi nell'ottica della conservazione*, Alinea, Firenze, 1998
15. Orton A., *Structural design of masonry*, Longman, Harlow, 1992
16. Parenti R., Francovich R. (a cura di), *Archeologia e restauro dei monumenti: ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in archeologia*, Insegna del Giglio, Firenze, 1988
17. Sposito A., Fernandez F., *Disasters in archaeological masonry* in Atti della 7^a Conferenza *Historic Structures and Disasters*, Cluj Napoca (Romania), 2003
18. Stefanidou M., I. Papiayanni, I. Zyganitidis, Th. Altantzis, Ch. B. Lioutas, E. Pavlidou, S. Logothetidis, *Nanotechnology and lime-pozzolana mortars: on the modification of their physical, structural and mechanical properties by the addition of SiO₂ nanoparticles*, 8th International Conference on Nanosciences & Nanotechnologies, Thessaloniki, 2009, 14-15
19. Treccani G.P. (a cura di), *Archeologie, Restauro e Conservazione. Mentalità e pratiche dell'archeologia nell'intervento sul costruito*, Unicopli, Milano, 2000.

Abstract

La ricerca in campo di protezione riguarda una scelta sensibile e di alto livello tecnologico della destinazione di un bene di valore legale per opere artistiche, monumentali o costruttive, ed evita l'uso di materiali di sintesi, della chimica e dell'ingegneria. In ragione del lungo cammino di ricerca e sperimentazione che la stessa impostazione affronta, l'attività di ricerca deve essere svolta in stretta collaborazione e supporto tra il gruppo di ricerca e la comunità di riferimento, con il ruolo di primo piano dell'archeologo, che si occupa di definire le metodologie di studio e di ricerca, e di valutare i risultati. Il ruolo della chimica e degli altri settori "tecnologici" è di individuare e realizzare, in stretta collaborazione con l'archeologo, le soluzioni e i materiali da utilizzare, nel rispetto del valore storico, artistico e culturale del bene. Il ruolo di primo piano dell'archeologo è di definire le metodologie di studio e di ricerca, e di valutare i risultati. Il ruolo della chimica e degli altri settori "tecnologici" è di individuare e realizzare, in stretta collaborazione con l'archeologo, le soluzioni e i materiali da utilizzare, nel rispetto del valore storico, artistico e culturale del bene. Il ruolo di primo piano dell'archeologo è di definire le metodologie di studio e di ricerca, e di valutare i risultati. Il ruolo della chimica e degli altri settori "tecnologici" è di individuare e realizzare, in stretta collaborazione con l'archeologo, le soluzioni e i materiali da utilizzare, nel rispetto del valore storico, artistico e culturale del bene.

La ricerca in campo di protezione riguarda una scelta sensibile e di alto livello tecnologico della destinazione di un bene di valore legale per opere artistiche, monumentali o costruttive, ed evita l'uso di materiali di sintesi, della chimica e dell'ingegneria. In ragione del lungo cammino di ricerca e sperimentazione che la stessa impostazione affronta, l'attività di ricerca deve essere svolta in stretta collaborazione e supporto tra il gruppo di ricerca e la comunità di riferimento, con il ruolo di primo piano dell'archeologo, che si occupa di definire le metodologie di studio e di ricerca, e di valutare i risultati. Il ruolo della chimica e degli altri settori "tecnologici" è di individuare e realizzare, in stretta collaborazione con l'archeologo, le soluzioni e i materiali da utilizzare, nel rispetto del valore storico, artistico e culturale del bene. Il ruolo di primo piano dell'archeologo è di definire le metodologie di studio e di ricerca, e di valutare i risultati. Il ruolo della chimica e degli altri settori "tecnologici" è di individuare e realizzare, in stretta collaborazione con l'archeologo, le soluzioni e i materiali da utilizzare, nel rispetto del valore storico, artistico e culturale del bene.

La ricerca in campo di protezione riguarda una scelta sensibile e di alto livello tecnologico della destinazione di un bene di valore legale per opere artistiche, monumentali o costruttive, ed evita l'uso di materiali di sintesi, della chimica e dell'ingegneria. In ragione del lungo cammino di ricerca e sperimentazione che la stessa impostazione affronta, l'attività di ricerca deve essere svolta in stretta collaborazione e supporto tra il gruppo di ricerca e la comunità di riferimento, con il ruolo di primo piano dell'archeologo, che si occupa di definire le metodologie di studio e di ricerca, e di valutare i risultati. Il ruolo della chimica e degli altri settori "tecnologici" è di individuare e realizzare, in stretta collaborazione con l'archeologo, le soluzioni e i materiali da utilizzare, nel rispetto del valore storico, artistico e culturale del bene.

Indice

INTRODUZIONE	I
PROGRAMMA	III
I RESTAURI PER EVENTI ESPOSITIVI: L'EXPO 2015 E ALTRE REALTÀ NAZIONALI	
SPONSORIZZAZIONE TECNICA PER LA PROGETTAZIONE E L'ESECUZIONE DEI LAVORI DI RESTAURO CONSERVATIVO DI 15 MONUMENTI CITTADINI Amedeo Bellini, Mauro Matteini, Paolo Gasparoli, Luciano Formica, Michela Marisa Grisoni, Francesca Gerbelli, Marcello Sita	3
RESTAURI PER IL MUSEO DELLE CULTURE – ANSALDO: ASPETTI DELLA CONSERVAZIONE E DELL'INTERVENTO DI RESTAURO DEI MANUFATTI DI ARTE ORIENTALE APPARTENENTI ALLE COLLEZIONI CIVICHE MILANESI Anna Rosa Nicola, Nicola Pisano, Lella Di Mucci, Paolo Surano	11
PERUGIA – GALLERIA NAZIONALE DELL'UMBRIA. LA PALA DEI FRANCESCANI DI PACIANO, FIRMATA LUCA SIGNORELLI E DATATA 1517 Fabio De Chirico, Federica Zalabra, Bruno Roberto Bruni, Luana Casaglia, Stefano Ridolfi, Ilaria Carocci	21
RICERCHE E STUDI APPLICATI	
RESTAURO DI OPERE D'ARTE CONTEMPORANEA IN GOMMA: IL CASO DI "PRESAGI DI BIRNAM" DI CAROL RAMA Antonio Rava, Elettra Barberis	33
FENOMENI DI ALTERAZIONE A CARICO DELLA CASEINA UTILIZZATA PER IL RITOCCHO PITTORICO DELLE PITTURE MURALI: CONTROLLO E CONFRONTO TRA ALTERNATIVE IN USO Maura Borgnis, Mariarosa Lanfranchi, Veronica Marchiafava, Marcello Picollo, Giovanni Bartolozzi, Ornella Salvadori, Marco Zanaboni, Alessia Andreotti, Maria Perla Colombini	45
L'USO DEI SILICONI DENTISTICI NELLA INTEGRAZIONE DELLE LACUNE DEI REPERTI VITREI Silvia Ferucci, Caterina Camerlo	55
PULITURA MEDIANTE PROTEINE ENZIMATICHE SPERIMENTALI Chiara Chillè, Enza Di Carlo, Giovanna Barresi, Sabrina Sottile, Giuseppe Lazzara, Matteo Cammarata, Franco Palla	63
LA STATUA DI NAPOLEONE COME MARTE PACIFICATORE NEL CORTILE DI BRERA: INTERVENTO DI CONSERVAZIONE SULLE SUPERFICI BRONZEE A. Sansonetti, B. Salvadori, P. Letardi, M. Colella, D. Pescarmona, F. Arosio, J. Striova, V. Bresciani, R. Alberti, M. Girona	71
DRY CLEANING E CONSOLIDAMENTO: DUE RICERCHE APPLICATE SU UN'OPERA AD ACRILICO SU MURO NEL CANTIERE SCUOLA DELL'ACCADEMIA DI BRERA NEL PARCO DEL MAPP Davide Riggiardi, Elisa Isella	79
MANJARY, COLLAGE POLIMATERICO DI BEATRIZ MILHAZES: IDENTIFICAZIONE DEI MATERIALI E CONSERVAZIONE Antonio Mirabile, Patrizia Moretti, Federica Presciutti, Costanza Miliani, Antonio Sgamellotti	87
IMAT: IL CALORE CONTROLLATO Laura Amorosi, Veronica Balzani, Leonardo Borgioli, Lorenzo Conti, Tomas Markevicius, Nina Olsson DIBATTITO	95
IL METODO "DIE TRECKER" PER IL RIAVVICINAMENTO DEI LEMBI: COSTRUZIONE E SPERIMENTAZIONE Alessandra Collina, Federica Colombani, Rossana Pirola	101

IL RESTAURO DI UN GRUPPO LIGNEO DI BERNADINO CASTELLI (1693): LA TECNICA COSTRUTTIVA Rossella Bernasconi , Claudia Stopar Legatti, Andrea Zanardi, Isabella Marelli	109
CAPPELLA GENTILIZIA DI VILLA SIMONETTA: UN PERCORSO DI RECUPERO TRA URGENZA E RESTAURO G. Battista Sannazzaro, Emanuela Daffra, Angela Amendola, Sabina Vedovello, Antonio Sansonetti, Moira Bertasa, Alessandra Botteon, Chiara Colombo, Elena Possenti	117
IL CONTRIBUTO DELLA TECNOLOGIA VIRTUALE NEL RESTAURO DELLA STATUARIA LIGNEA. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO PER IL POSIZIONAMENTO IN VERTICALE, DI UNA STATUA IN LEGNO RAFFIGURANTE IL CRISTO DELLA PASSIONE DEL MUSEO DIOCESANO DI PIAZZA ARMERINA (EN) Giovanni Calvagna, Angela Lombardo, Laura Baratin, Luigi Maria Gattuso	125
PROBLEMATICHE DI PROGETTAZIONE E DI INTERVENTO	
IL RESTAURO DELLA CHIESA DEL S. SEPOLCRO DELL’EX MONASTERO DI ASTINO: LE PROPOSTE DEL PROGETTO E LA VERIFICA IN CORSO D’OPERA Giuseppe Napoleone, Luciano Formica, Mariacristina Sironi, Valentina Parodi	135
ARAZZI DELLA CATTEDRALE DI CREMONA: COME RESTAURARE IL RESTAURO? Achille Bonazzi, Francesca Campana, Mario Lazzari, Curzio Merlo	143
LA CONSERVAZIONE DI OPERE POLICROME IN NORVEGIA E IN ITALIA: CONFRONTO E INCONTRO TRA LA METODOLOGIA E LA CULTURA DEL RESTAURO NEI DUE PAESI Maria Rosalia Carotenuto, Bartolomeo Megna, Tone Marie Olstad	151
IL RESTAURO DELLA PARETE DI FONDO DELLA CAPPELLA DI SANTA VERDIANA NEL COMPLESSO OMONIMO IN FIRENZE:LA RISCOPERTA DI UNA DECORAZIONE IN TERRAVERDE F. Innocenti, C. G. Lalli, M. R. Lanfranchi, G. Carlo Lanterna, A. Medori	159
LA CHIESA DI SANTA CATERINA A LA VALLETTA E LA PITTURA A OLIO SU MURO. IL RESTAURO COME CASO DI STUDIO SULLA TECNICA PITTORICA DI MATTIA PRETI A MALTA Giuseppe Mantella, Sante Guido, Ulderico Santamaria, Giorgia Agresti	167
IL PROGETTO DI RESTAURO DEL CICLO DI STAMPE DI GRÉGOIRE HURET, PARIGI 1664: APPROCCIO METODOLOGICO PER LO STUDIO DEI MATERIALI Maria Chiara Palandri, Laura Barzaghi	175
I PARAMENTI CARTACEI DELL’EX CERTOSA - CASTELLO DI VALCASOTTO: UN ESEMPIO DI CONSERVAZIONE E RESTAURO Michela Cardinali, Tiziana Cavaleri, Alessandro Gatti, Francesca Grana, SOSEISHI S.N.C., Paola Croveri, Anna Piccirillo	191
L’AFFRESCO STACCATO DI NICOLO’ DELL’ABATE ENEA CONFORTATO DA DIO TIBERIO: STUDIO DELLACOMPLESSA CONDIZIONE CONSERVATIVA TRAMITE UN MIRATO PROGETTO DI INDAGINE DIAGNOSTICA E MESSA A PUNTO DELL’INTERVENTO DI RESTAURO Lanzetta Annunziata,Sara Penoni, Cristiano Riminesi,Cristiana Todaro,Rachele Manganelli Del Fa’	203
IL RESTAURO DELLA CAPPELLA DI TEODOLINDA .LA TECNICA E I METODI DI PULITURA Anna Lucchini, Gian Carlo Lanterna, Claudio Seccaroni	211
IL RESTAURO DI UN DIPINTO DI CARLO CRIVELLI DELLA ACCADEMIA CARRARA: METODO E PRASSI DALLA VICENDA CONSERVATIVA ALLE INDAGINI SCIENTIFICHE, FINO AL RECUPERO DELLA POLICROMIA E DEL MANTO DORATO A RILIEVO Delfina Fagnani, Anna Brunetto, Fabio Frezzato, Giovanni Valagussa	221
UNA TUNICA DEL MUSEO EGIZIO DI TORINO: SPERIMENTAZIONE DI NUOVE TECNICHE DI PULITURA E DI CONSOLIDAMENTO Martina Ferrari, Matilde Borla, Tiziana Cavaleri, Monica Gulmini, Simona Morales, Cinzia Oliva, Enrica Pessione, Anna Piccirillo, Tommaso Poli	231

RACCOLTE VEGETALI ESSICcate. INTERVENTO DI RESTAURO CONSERVATIVO DI DUE ERBARI STORICI Roberta Bolzoni, Cinzia Galli, Francesca Telli, Mario Amedeo Lazzari, Curzio Merlo	239
IL RESTAURO DEL "PILASTRO" DI LUCIO FONTANA PRESSO L'HOTEL ALPI A BOLZANO Barbara Ferriani, Carlo Serino, Antonio Iaccarino Idelson	247
JOHN HENNING RILIEVI MINIATURIZZATI DEI FREGI PANATENAICI E DEI BASSORILIEVI DEL TEMPIO DI APOLLO A PHIGALIA. STUDIO DELLA TECNICA ESECUTIVA E PROBLEMI DI CONSERVAZIONE Michele di Foggia, Augusto Giuffredi, Mauro Manzoni, Elena Massari, Barbara Nicoletti, Alice Musarò	257
IL PALIOTTO DEI TRE MARTIRI. STUDIO E RESTAURO DI UN MANUFATTO IN CUOIO ARGENTATO, DORATO E DIPINTO Sara Iafrate, Federica Moretti, Marcella Ioele, Anna Valeria Jervis, Mariabianca Paris, Patrizia Miracola, Paola Biocca	265
ETICA E PRATICA DELLA CONSERVAZIONE DELLE LACCHE ORIENTALI. ESPERIENZE DEL LABORATORIO POLIMATERICO DEI MUSEI VATICANI Stefania Pandozy, Catherine Rivière, Serenella Cici, Barbara Cavallucci, Fortunatina Cuozzo, Alice Rivalta, Ulderico Santamaria, Fabio Morresi, Francesca Romana Cibin	275
TESSILI EN <i>RESERVE</i> E ALTRE STORIE, TRA RISORSE E CREATIVITÀ: QUALCOSA DI CUI (S)PARLARE Silvia Checchi, Manuela Zarbà	285
PALAZZO DUCALE, VENEZIA. L'ISPEZIONE PROGRAMMATA CON GLI SCALATORI-RESTAURATORI COME STRUMENTO PER LA CONSERVAZIONE PREVENTIVA Arianna Abbate, Daniela Andreozzi, Fabrizio Benvenuti, Paolo Pagnin	293
I SANDALI PONTIFICALI DETTI "CON ISCRIZIONI PSEUDO-CUFICHE" DEL MUSEO DELLA SPIRITUALITÀ DI CASTEL SANT'ELIA A.V. Jervis, S. Checchi, A. Di Giovanni, M.R. Giuliani, S. Ferrari, M. Ioele, M. Jung, F. Moretti	301
PULITURA CON GEL DI AGAR DELLE SUPERFICI MARMOREE DEL TORNACORO DEL DUOMO DI MILANO Marilena Anzani, Alfiero Rabbolini, Sara Goidanich, Daniela Saviello, Francesca Gherardi, Lucia Toniolo, Davide Gulotta	309
LA SFIDA POSTA DA UN CASO LIMITE: IL RECUPERO DI DUE TELE DI VINCENZO DAMINI GRAVEMENTE DANNEGGIATE NEL TERREMOTO AQUILANO Giorgio Capriotti, Lorenza D'Alessandro	319
ALLA <i>STANGA</i> DI GIOVANNI SEGANTINI: LA STORIA CONSERVATIVA E IL RESTAURO Caroline Dupré, Francesca Secchi	329
SESSIONE POSTER	
I RESTAURI PER EVENTI ESPOSITIVI: L'EXPO 2015 E ALTRE REALTÀ NAZIONALI <i>I SETTE SAVI</i> DI FAUSTO MELOTTI. IL RESTAURO COME RISCOPERTA Patrizia Buratti, Vittoria Castoldi, Davide Formica, Chiara Stigliani	339
RESTAURO DELLA CORTE D'ONORE DEL PALAZZO DI BRERA IN MILANO Caterina Camerlo, Angelita Mairani	347
IL RESTAURO DI ALCUNI BRONZI DEL CIMITERO MONUMENTALE DI MILANO, DESCRIZIONE DEL PROGETTO E PRIMI RISULTATI DIAGNOSTICI Bruna Mariani, Camilla Bonzanigo, Michele Gironda, Roberto Alberti, Lucia Toniolo, Daniela Comelli, Valentina Capogrosso, Sara Goidanich	355
RESTAURO E CONSERVAZIONE DI CINQUE BANDIERE APPARTENENTI AL MUSEO DEL RISORGIMENTO DI MILANO Maria Giurgi, Graziella Palei, Marina Messina, Isetta Tosini	363

RICERCHE E STUDI APPLICATI

RESTAURO DEI MATERIALI POLIMERICI "GOMMA" OPERA DI FABIO MAURI, 1990 Elena Serio, Chiara De Angeli, Francesca Gherardi, Lucia Toniolo, Claudio Cantelmi	375
RIEMPIMENTI E STUCCATURE IN UN RESTAURO CONSERVATIVO DIDATTICO. PRESENTAZIONE DI DUE APPLICAZIONI NEL RESTAURO DI UNA STATUA LIGNEA PALINSESTO Giovanni Calvagna, Franco Fazio, Maria Grazia Alaimo, Leonardo Borgioli	383
SISTEMA DI TENSIONAMENTO AD ESPANSIONE CONTINUA SU DUE LUNETTONI IN TELA DEL DUOMO DI LECCE Brizia Minerva, Nicola Ancona, Ada Fedele, Giuseppe Tritto, Mariana Cerfeda, Antonella Di Marzo	391
VALUTAZIONE NUMERICA DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DI DIPINTI MURALI ATTRAVERSO TECNICHE DI IMAGING MULTISPETTRALE Stefano Marziali, Serena Zuliani	395
RISCOPRENDO IL <i>FONDO GAMMA FILM</i> : RESTAURO E VALORIZZAZIONE DEL CINEMA D'ANIMAZIONE ITALIANO DEGLI ANNI SESSANTA Sara Brancato	405
POTENZIALI PROPRIETA' ANTIMICROBICHE DI MOLECOLE BIOATTIVE: SAGGI SU COLLA PASTA Maria Francesca Mulè, Enza Di Carlo, Giovanna Barresi, Maria Rosa Trapani, Maria Giovanna Parisi, Matteo Cammarata, Sabrina Sottile, Franco Palla	415
<i>STUBBS</i> : PROBLEMATICHE CONSERVATIVE E INTERVENTO DI RESTAURO DI UN'OPERA CONTEMPORANEA POLIMATERICA Giulia Edimond, Oscar Chiantore, Anna Piccirillo, Maria Teresa Roberto, Daniela Russo	423
LA TERMOGRAFIA INFRAROSSA PER LO STUDIO DELLE LEGATURE LIBRARIE ED ARCHIVISTICHE Cristina Cicero, Fulvio Mercuri, Noemi Orazi, Ugo Zammit, Stefano Paoloni, Massimo Marinelli	433
IL GALLO VATICANO. IL RESTAURO DI UNA SCULTURA IN BRONZO DORATO Sante Guido, Giuseppe Mantella, Alexis Gauvain, Ivana Angelini, Gilberto Artioli, Caterina Canovaro, Domenico Miriello, Valentino Pingitore, Silvestro Antonio Ruffolo, Marco Cappa, Gino Mirocle Crisci	439
UN RESTAURO AL BUIO: L'INTERVENTO DI RECUPERO DEI CINQUE FRAMMENTI DI DIPINTI MURALI STACCATI PROVENIENTI DALLA CASCINA S.ANGELO DI BULGORELLO (CO) Vanda Maria Franceschetti, Alessandra Colombo, Gisella Bianconi, Federica Capitani, Federica Colombani, Elena Luzzani, Alessandra Sacchetto	447
LA TECNICA DELLA TEMPERA NEL TARDO TRECENTO FIORENTINO. INDAGINI SU UN POLITTICO DI GIOVANNI DEL BIONDO Lucia Biondi, Susanna Bracci, Cristina Giannini, Daniela Parenti, Deodato Tapete	455
VALIDAZIONE DI INTERVENTI DI RECUPERO CONSERVATIVO DI MANUFATTI IN PERGAMENA Elena Badea, Lucretia Miu, Cristina Carsote, Irina Petroviciu, Rosetta Granziero, Silvia Perona, Véronique Cachia, Battista Pittari, Cecilia Laurora, Giuseppe Della Gatta, Andrei Cucos, Petru Budrugaec, Alessandro Vitale Brovarone	463
IL DEGRADO DEL POLIURETANO ESPANSO: CASI STUDIO DELLA FONDAZIONE PLART Antonella Russo, Andrea Macchia, Alice Hansen, Clara Urzi, Elena Giangiulio, Filomena De Leo, Stella Nunziante Cesaro, Mariagrazia Tortora, Marcella Guiso	471
L'USO DEL CEMENTO ROMANO IN AREA BRESCIANA: LA SETTECENTESCA FACCIATA DELLA CHIESA DEI SS. NAZARO E CELSO DI BRESCIA Paola Bassani, Roberto Bonomi	479
INDAGINI SCIENTIFICHE SULLA POLICROMIA DI DUE MADONNE CON BAMBINO DEL XII E XIII SECOLO DI AREA EMILIANA Pietro Baraldi, Paolo Bensi, Giorgia Ferrari, Matteo Nannini, Paolo Zannini	487
SPERIMENTAZIONI TECNICHE DI PITTORI NEOCLASSICI TRA FINE SETTECENTO E INIZI OTTOCENTO IN PALAZZO STANGA A CREMONA Achille Bonazzi, Alberta Carena, Alberto Fontanini, Mario Amedeo Lazzari, Curzio Merlo	495

MALTE INNOVATIVE PER LA COPERTURA DELLE CRESTE MURARIE IN AMBITO ARCHEOLOGICO Federica Fernandez, Carla Maria Terrana, Daniele Enea, Patrizia Livreri	503
STUDIO TECNICO DEI MATERIALI COSTITUTIVI E DELLE TECNICHE ESECUTIVE DELLE CORNICI LIGNEE IN SICILIA Mauro Sebastianelli, Rachele Lucido, Claudia Pellerito, Bartolomeo Megna, Maria Concetta Di Natale	513
PROBLEMATICHE DI PROGETTAZIONE E DI INTERVENTO	
RIFLESSIONI SUL TRASPORTO DEI DIPINTI SU TELA. ANALISI DI UN CASO DIDATTICO Antonio Iaccarino Idelson, Giulia Agostinelli	523
CONSERVAZIONE E RESTAURO DI MATERIALI POLIMERICI: APPLICAZIONE DI METODOLOGIE DI PULITURA AD APPARECCHI TELEFONICI AUTOMATICI Alessandra Guarascio, Anna Volpe	533
IL RESTAURO DI UN’OPERA IN ASFALTO: LA <i>COSMOGONIA</i> DI GIULIO TURCATO Grazia De Cesare, Paola Iazurlo, Marcella Ioele, Patrizia Miracola, Giancarlo Sidoti, Paola Biocca	541
UN PROGETTO EUROPEO PER LA SALVAGUARDIA DEI SITI UNESCO PATRIMONIO MONDIALE DELL’UMANITÀ: UN PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO PER I SITI DI MTSKHETA E BYBLOS Lisa Bonati, Alessandra De Masi, Elena Grazia Fé, Giuseppe Maino	549
IL RESTAURO DEL “RITRATTO DI DONNA”: ASPETTI STORICI E CONSERVATIVI DI UN’OPERA DELLA METÀ DEL NOVECENTO Ginevra Lo Sciuto, Maurizio Bruno, Sabrina Sottile, Mauro Torre	557
IL VAPORE ACQUEO: UN UNICO PRINCIPIO ATTIVO PER RISOLVERE CONTEMPORANEAMENTE PROBLEMATICHE DIVERSE Antonio Zaccaria	567
L’ARCHITETTURA RIVELATA DOPO IL TERREMOTO: MATERIALI POVERI DIPINTI Grazia De Cesare, Lorenzo Leombroni	573
RIDIPINTURE OTTOCENTESCHE SU UN’OPERA DI ANTIVEDUTO GRAMATICA. STUDIO DEI RESTAURI STORICI E RIFLESSIONI SULL’OPPORTUNITÀ DELLA LORO RIMOZIONE Ilaria Negri, Bernadette Ventura, Tiziana Cavaleri	581
LA <i>GOCCIA GIALLA</i> : METODOLOGIE DI INTERVENTO SU UN’OPERA TRIDIMENSIONALE DI FINE ANNI ‘60 Alessandra Collina, Federica Colombani, Eleonora Vivarelli	589
GIULIO ARISTIDE SARTORIO: REPORTER DI GUERRA Grazia De Cesare, Donatella Pucci, Mauro Torre	599
IL RESTAURO DEL TEMPIETTO DEL VOLTO SANTO DI LUCCA Antonia d’Aniello, Maria Grazia Cacciapaglia, Carlo Sassetti, Thierry Radelet	607
IL RESTAURO DELLA CHIESETTA DEI SANTI FILIPPO E GIACOMO A NOCETUM: UN PICCOLO INTERVENTO DENTRO UN GRANDE PROGETTO Alberico Barbiano di Belgiojoso, Massimo Valentini, Paola Villa	613
UN SUPPORTO SCRITTORIO RARO E INUSUALE: IL FRAMMENTO DI UNA PELLE DI GAZZELLA Paola Boffula	623
RESTAURO CONSERVATIVO DI UN ANTEPENDIUM (PALIOTTO D’ALTARE) FRANCESCO XVIII SEC. IN VELLUTO DI SETA, CARTA DIPINTA E MADREPERLA Raffaella Chiuconi	637
LA RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL CORO LIGNEO DELL’EX MONASTERO DI ASTINO: PROBLEMATICHE DI PROGETTAZIONE E D’INTERVENTO ALLA LUCE DELLE NUOVE TECNOLOGIE DI SCANSIONE DIGITALE 3D Amalia Pacia, Valentina Parodi, Mattia Mercante, Roberto Medica, Luciano Formica	645
APPROCCIO METODOLOGICO INTEGRATO PER LO STUDIO E IL RESTAURO DELLE TAVOLE LIGNEE: IL CASO DELLA “NATIVITÀ” PRESSO LA CHIESA DI S. MARIA DELLA CONSOLAZIONE IN MILANO Elisabetta Ciochini, Massimo Maria Peron, Luigi Soroldoni, Fabio Zangheri	655

TIMOTEO VITI: IL RECUPERO DELL'IMMAGINE PERDUTA Giulia Corrada, Gianna Ferraris Di Celle, Anna Piccirillo, Paolo Triolo, Bernadette Ventura	663
COLLAGES DI FRAMMENTI TESSILI E CORPETTI SETTECENTESCHI. LA SCELTA DI SUPPORTI PER L'IMMAGAZZINAGGIO E LA MOVIMENTAZIONE Valentina Turina, Lucia Zanus Fortes	673
INTERVENTO DI RESTAURO CONSERVATIVO DI UN DIPINTO MURALE STACCATO, RAFFIGURANTE LA "PRESENTAZIONE DELLA VERGINE AL TEMPIO", ATTRIBUITO ALLA SCUOLA DEL NOVELLI Annalisa Arcara, Lorella Pellegrino, Bartolomeo Megna, Giovanni Rizzo, Cristiana Todaro, Maurizio Vitella	681
IL RESTAURO DELLA CAPPELLA DI SAN CARLO NELLA CHIESA DELLA BEATA VERGINE ASSUNTA DI PURIA (CO): UN CONTRIBUTO ALLA VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO LARIANO Paola Bassani, Cristina Corti, Laura Facchin, Laura Rampazzi, Alessandra Botteon, Moira Bertasa, Antonio Sansonetti, Paola Villa	689
IL RESTAURO DEGLI ARAZZI DI MANIFATTURA MEDICEA E FIAMMINGA NEL PALAZZO DEL GOVERNO DI SIENA Anna Maria Guiducci, Graziella Palei	699
RESTAURO DELLE VETRATE TRECENTESCHE DELLA CAPPELLA DELLA MADDALENA, BASILICA INFERIORE DI SAN FRANCESCO, ASSISI (PG) C.B.C., Massimiliano Massera, Laura Rivaroli	707
VILLA UGOLANI DATI: UN PROGRAMMA CONSERVATIVO PER IL RINNOVAMENTO DI UN'OFFERTA CULTURALE DI PREGIO Alberta Carena, Francesca Campana, Mario Amedeo Lazzari, Curzio Merlo	715
SANTA LUCIA MARTIRE AGLI OCCHI DELLA DIAGNOSTICA Maria Paola Campeggia, Mara Cordua	725
INTERVENTO DI RESTAURO DI UN'OPERA DANNEGGIATA DAL NASTRO ADESIVO: LA "LUMACA" DI MARIO MERZ Marta Aina, Ilaria Baruffi, Alessandra Bassi, Francesca Bianco, Ilaria Boschetto, Melissa David, Marta De Marchi, Francesca Dondoglio, Vito Ferrante, Valerio Garofalo, Anna Kowalik, Martina Quadrelli, Antonio Rava, Valeria Votano	735
SUI PROCESSI DI MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO COSTRUITO STORICO TUTELATO. CONVENIENZE ECONOMICHE, SVILUPPI OCCUPAZIONALI E ALTRE ESTERNALITÀ POSITIVE Giulia Totaro, Paolo Gasparoli	743
IL RESTAURO DEI DIPINTI MURALI DI PALAZZO PRETORIO A PRATO PER LA RIAPERTURA DEL MUSEO CIVICO: IL CONTRIBUTO DELLE DIVERSE INDAGINI DIAGNOSTICHE PRELIMINARI ALL'INTERVENTO CONSERVATIVO Azzurra Macherelli, Francesca Briani, Ottaviano Caruso, Luciano Marras, Meridiana Restauri, Cristina Gnoni Mavarelli, Maria Pia Mannini	751
L'ARTE DI SALVARE L'ARTE: RITROVA COLORI E VITA NEL LABORATORIO DI ARAMENGO D'ASTI IL DIPINTO TERREMOTATO DELL'AQUILA "IL RITROVAMENTO DELLA VERA CROCE", OLIO SU TELA CM 249.5 X 166.3, DI GIULIO CESARE BEDESCHINI, PRIMA METÀ DEL XVII SECOLO Anna Rosa Nicola, Lella Di Mucci, Paolo Surano	759
AFFRONTARE FENOMENI DI DEGRADO ATTIVO DOVUTI A CICLI DI CRISTALLIZZAZIONE E DISSOLUZIONE DI VARI TIPI DI SALI: IL CASO DELLE PITTURE MURALI NELLA CHIESA DI SANTA MARIA IN SELVA A LOCARNO Francesca Piqué, Stefania Luppichini, Giacinta Jean	765
LA CONTRADA DELLA SELVA. LA CHIESA IL MUSEO LA SOCIETÀ' SALVAGUARDIA DEGLI ARREDI E RISANAMENTO AMBIENTALE ARTE SOCIALE E SOSTENIBILITÀ' IN TEMPO DI CRISI Francesco Rinaldi, Maria Giorgi, Marco Picchi	773

- PARLARE UN LINGUAGGIO COMUNE IN EMERGENZA: UN NUOVO RUOLO PER I
RESTAURATORI DI BENI STORICO-ARTISTICI NELLE EMERGENZE DI PROTEZIONE CIVILE
Luca Maria Cristini 783
- IL RESTAURO DEGLI STUCCHI DELLA CHIESA DEL S.SEPOLCRO DELL'EX MONASTERO DI
ASTINO (BG) : LETTURA MATERICA E STORICA E PROBLEMATICHE DI RIPROPOSIZIONE
Amalia Pacia, Valentina Parodi, Luciano Formica 793

Finito di stampare nel mese di ottobre 2014 presso
Litogi S.r.l. - Milano



NARDINI EDITORE

ISBN 978-88-404-4451-2



9 788840 444512

€ 40,00

Lo Stato dell'Arte 12

congresso nazionale IGIC