

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II

DOTTORATO DI RICERCA
IN
CONSERVAZIONE INTEGRATA DEI BENI CULTURALI ED
AMBIENTALI
19° Ciclo

***RESTAURO E CONSERVAZIONE DELLE
OPERE SU CARTA***
Materiali e tecniche

Coordinatore
Prof.^{ssa}
Giovanna Greco

Candidata
Dott.^{ssa}
Daniela Pagano

INDICE

INTRODUZIONE	1
I. LA CARTA E IL SUO DEGRADO	3
I.1. CENNI STORICI SULLA PRODUZIONE DELLA CARTA	3
I.2. I MATERIALI DI CUI È COSTITUITA LA CARTA: FATTORI INTERNI DI DEGRADO.....	11
I.3. FATTORI ESTERNI DI DEGRADO.....	17
I.4. PARAMETRI CONSERVATIVI.....	26
II. LE TECNICHE E I MATERIALI DI RESTAURO	30
II.1. TRATTAMENTI PRELIMINARI E PULITURA A SECCO.....	30
II.2. SMACCHIATURA, LAVAGGIO E ASCIUGATURA.....	34
II.3. SBIANCAMENTO.....	43
II.4. DEACIDIFICAZIONE ACQUOSA E NON ACQUOSA	47
II.5. IL DISTACCO DAI VECCHI SUPPORTI E I MONTAGGI DEI PICCOLI FORMATI.....	50
II.6. IL RISARCIMENTO DEGLI STRAPPI E IL TRATTAMENTO DELLE LACUNE	59
II.7. LA FODERATURA E IL MONTAGGIO DEI GRANDI FORMATI	64
III. ADESIVI, CONSOLIDANTI E FISSATIVI	81
III.1. ADESIONE, CONSOLIDAMENTO, PROTEZIONE E FISSAGGIO.....	81
III.2. PROPRIETÀ DEGLI ADESIVI.....	84
III.3. CLASSI DI ADESIVI	89
III.4. ADESIVI NATURALI.....	91
III.5. ADESIVI SEMI-NATURALI.....	98
III.6. ADESIVI DI SINTESI.....	103
<i>III.6.1. I pro e i contro nell'impiego dei sintetici.....</i>	<i>103</i>
<i>III.6.2. Classificazione dei polimeri e loro utilizzo nel restauro cartaceo.....</i>	<i>110</i>
III.7. CONSOLIDANTI E LORO PROPRIETÀ.....	118
III.8. FISSATIVI E VELATURE	121
III.9. I NUOVI MATERIALI IN SPERIMENTAZIONE	127
IV. TECNICHE GRAFICHE E CASES HISTORIES	135
IV.1. TECNICHE ARTISTICHE UTILIZZATE SU SUPPORTO CARTACEO	135
IV.2. I MANIFESTI E LE TECNICHE DI STAMPA	140
IV.3. I MANIFESTI SALCE E BERTARELLI	142
IV.4. L'INCISIONE DEL VASI	152
IV.5. I CARTONI PREPARATORI	155
IV.6. IL CARTONE VENERE E CUPIDO ATTRIBUITO A MICHELANGELO	157
IV.7. IL CARTONE DI MARIO SIRONI.....	165
IV.8. LE CARTE DA PARATO	172
IV.9. LE CARTE DEL PALAZZO D' ARCO DI MANTOVA	175
CONCLUSIONI	183
APPENDICE	185
INTERVISTA A MICHELA PICCOLO E LETIZIA MONTALBANO.....	I
INTERVISTA A GIANCARLO LANTERNA	IX
INTERVISTA A NATHALIE RAVANEL	XX
BIBLIOGRAFIA	XXIX

Introduzione

Chi è preposto ai compiti della conservazione e del restauro delle opere su supporto cartaceo si trova fra le mani libri, documenti, materiale fotografico, disegni, stampe, cartoni preparatori, dipinti su carta, collages e assemblages, ma anche un'enorme varietà di oggetti appartenenti alla tipologia delle arti applicate, come i manifesti, le carte geografiche, le carte da parati, i mappamondi, i ventagli e le sculture in cartapesta.

Sebbene accomunate dal materiale da trattare, bisogna far attenzione a non confondere le competenze di chi si occupa del restauro dei manoscritti e dei libri, con quelle di chi si dedica al restauro delle opere d'arte su carta e delle arti applicate su supporto cartaceo. Anche se, indubbiamente, l'esperienza più lunga del restauro del libro e dei documenti ha positivamente influenzato il progresso delle tecniche di restauro delle opere d'arte e la fruttuosa e continua collaborazione costituisce un saldo legame fra i due settori.

Le riflessioni di metodo e le ricerche, attinenti ai materiali e le tecniche di restauro, sono in quest'ambito molto recenti. Basti considerare che la prima ampia trattazione sul restauro e la conservazione delle opere d'arte su carta si ebbe in Italia solo nel 1981.

Fra i materiali adoperati nel restauro, nel presente lavoro si dedicherà particolare attenzione ai materiali adesivi, nella loro funzione specifica di adesivi, consolidanti e fissativi, esponendo i

vantaggi e gli svantaggi dell'uso dei prodotti di origine naturale, semi-naturale e sintetica.

Ponendosi l'obiettivo di giungere ad un protocollo di restauro per le opere cartacee, si esamineranno inoltre le tecniche del restauro, segnalando puntualmente i materiali che sono adoperati per ogni operazione.

Parte dell'indagine è scaturita da una campagna di interviste condotta ai restauratori del settore. Tre delle quali, selezionate tra le varie rilasciate durante gli incontri avuti, sono riportate in appendice.

Verrà infine sottolineato il valore delle ricerche di ambito scientifico che fino a qualche anno fa venivano considerate di supporto al restauro, mentre oggi è prassi acquisita il riconoscimento di queste attività come parte integrante e indispensabile per una corretta conduzione di ogni azione volta al restauro e alla conservazione.

I. LA CARTA E IL SUO DEGRADO

I.1. Cenni storici sulla produzione della carta

La parola «carta» deriva dal greco *χάρτης*, latinizzato dai romani in *charta*, termini che indicavano il supporto scrittorio ottenuto dalla pianta di papiro, usato diffusamente nel mondo antico. In seguito passò a definire genericamente sia il materiale scrittorio vergine, sia documenti o libri scritti su pergamena e poi sulla vera e propria carta.

La sua invenzione viene fatta risalire all'inizio del II secolo d.C. ad opera dei cinesi, che ottenevano la pasta di carta dalla macerazione delle cortecce dell'albero di gelso. All'inizio del VII secolo tale tecnica di fabbricazione si diffuse prima in Corea, e qualche decennio più tardi in Giappone, dove fiorì una produzione di così alto pregio da vantare ancora oggi una solida tradizione¹.

Attraverso le vie della seta, dall'estremo Oriente, la carta giunse nell'VIII secolo fino agli arabi che la introdussero nei territori da loro occupati del bacino del Mediterraneo. La prima cartiera europea si impiantò nel XII secolo in Spagna, a Xativa, vicino Valencia, e da qui, attraverso la Sicilia, ebbe la sua definitiva, seppur lenta diffusione, in tutto l'Occidente.

¹ Per la purezza dei materiali utilizzati, il Giappone è il primo produttore mondiale di carte utilizzate nel restauro. Per la descrizione delle «carte giapponesi» cfr. qui al paragrafo II.6. Per approfondimenti sulla storia e sulle tecniche di produzione della carta cfr. PICCOLO 1981; CONSONI 1990; DEYLA 1991; ALLOATTI 1999; PIRANI 2001; PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005.

L'Italia, con le importanti innovazioni tecnologiche apportate dalla manifattura di Fabriano, la cui esistenza è testimoniata già dalla seconda metà del XII secolo, si conquistò un posto di grande rilevanza nella produzione e nel commercio di questo nuovo materiale.

Durante questo lento cammino, cambiarono non solo le tecniche di fabbricazione ma anche le materie prime utilizzate. Mentre in Cina furono sfruttati il gelso e il bambù, nel mondo arabo, e poi in Europa, si selezionarono gli stracci bianchi, o leggermente colorati, di lino, canapa o cotone, forma vegetale, quest'ultima, in cui la cellulosa si trova allo stato più puro; successivamente, in seguito alla scoperta dei prodotti sbiancanti, si utilizzarono anche stracci colorati, ma a scapito di un peggioramento della qualità del prodotto, poiché con l'utilizzo di questi additivi intervennero reazioni chimiche durante il processo produttivo.

La manifattura della carta derivata dagli stracci è rimasta immutata per secoli: dopo la battitura e il lavaggio seguiva un processo cosiddetto di lisciviazione, realizzato con acqua calda e cenere (in seguito quest'ultima fu sostituita con calce o soda) allo scopo di sgrassare il tessuto; durante la fase successiva si svolgeva la macerazione dei tessuti in acqua², messi a fermentare per circa due mesi in grossi tini, detti marcitoi; infine avveniva la sfibratura, il lavaggio e quindi la pasta veniva sottoposta all'azione meccanica delle pile che a Fabriano saranno, per la prima volta, azionate da una ruota idraulica [figg. 1 e 2].

² L'acqua era addizionata con una percentuale di carbonato di calcio, i cui alcali proteggevano la carta dall'acidità.



Fig. 1 Pila idraulica a magli multipli (sec. XVIII) esposta nel chiostro del Convento di S. Domenico, sede del Museo della Carta e della Filigrana di Fabriano (PIRANI 2001).

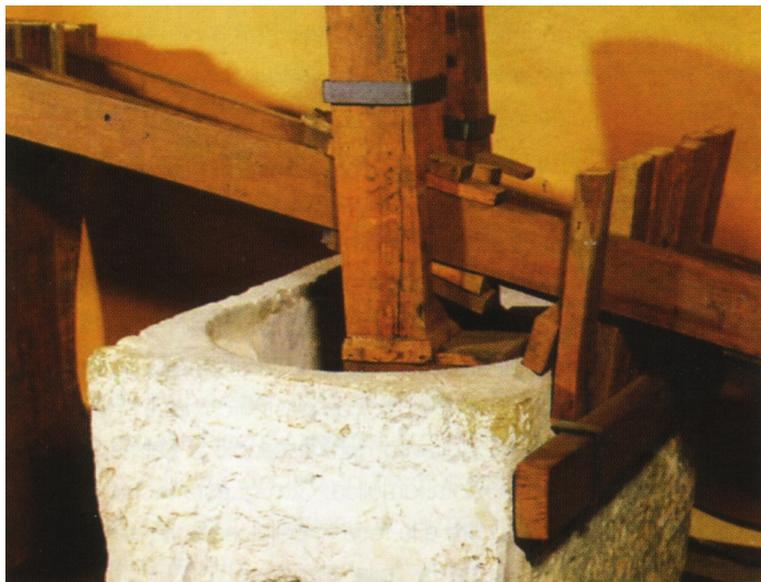


Fig. 2 Esempio di pila meccanica (PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005).

Una volta pronto, l'impasto veniva posto in altri tini in cui il *lavorante* immergeva le forme, sulle quali doveva essere depositato uno strato uniforme di pasta [fig. 3].



Fig. 3 Un lavorante immerge una forma in un grosso tino. Incisione del *The book of Trades* di Joost Amman, 1559. Londra, St. Bride Printing Library (PIRANI 2001).

Il foglio così formato era posto dal *ponitore* tra feltri di lana, formando delle pile allo scopo di far assorbire l'acqua eccedente; le pile venivano pressate [fig. 4]; successivamente i fogli venivano stesi singolarmente all'aria per farli asciugare e quindi sottoposti al processo di collatura, eseguito per rendere la carta più resistente e creare una sorta di impermeabilizzazione che evitasse agli inchiostri di spandersi sul supporto o di venirne assorbiti.



Fig. 4 Pressa meccanica del secolo XVIII (PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005).

Un'importante innovazione tecnologica avvenne verso il 1680 ad opera di un cartaiolo olandese, il quale mise a punto una macchina che si diffuse rapidamente con il nome di *pila olandese*. Essa

riduceva il tempo della sfibratura, ma peggiorò la qualità del prodotto finale poiché l'azione più spinta produceva fibre più corte e meno resistenti [fig. 5].



Fig. 5 Cilindro di legno della “pila olandese” ricoperto da lame d'acciaio (PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005).

La tecnica di preparazione della pasta rimase invece sostanzialmente invariata fino all'Ottocento, quando l'aumento della richiesta e la necessità dell'abbattimento dei costi portarono all'introduzione di nuove attrezzature e, parallelamente, all'utilizzazione di materie prime più economiche e più facilmente reperibili degli stracci, la più comune delle quali rimane a tutt'oggi la pasta di legno.

Pochi decenni mutarono le sorti della carta, poiché le nuove caratteristiche del materiale, modeste rispetto alle produzioni precedenti, determinarono una capacità piuttosto scarsa di resistenza ai fattori degradanti.

Durante il XIX secolo, dal legno furono ricavati tre tipi di paste: la pasta meccanica o pasta di legno, la pasta chimica e la pasta semichimica.

La pasta meccanica ha proprietà non soddisfacenti poiché contiene tutte le sostanze impure del legno, in quanto viene realizzata dalla semplice azione del tronco contro una mola abrasiva. La carta ottenuta ha caratteristiche fisiche scadenti, poiché l'atto meccanico va a sminuzzare le fibre rendendole molto corte, ma è stata sfruttata per la stampa grazie ai prezzi molto contenuti [fig. 6].

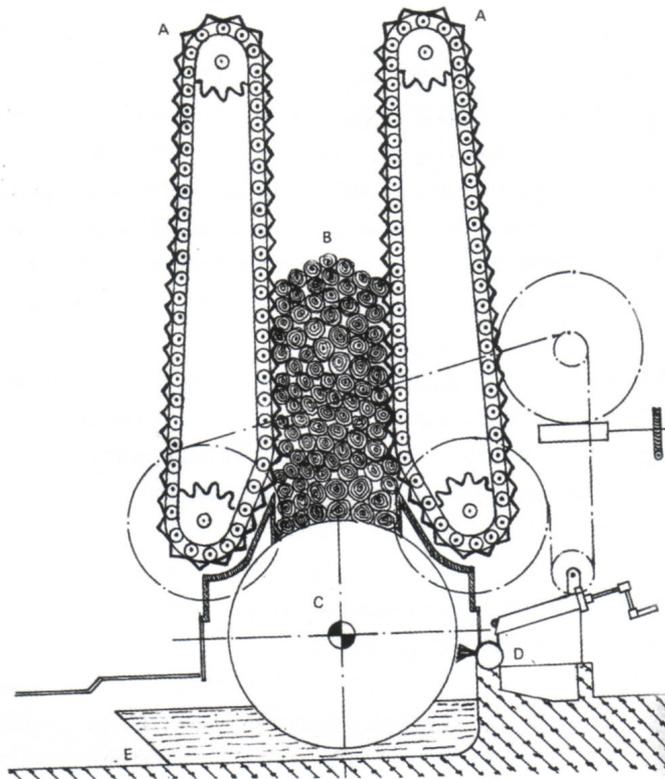


Fig. 6 Processo di sfibratura meccanica del legno. A: catene di avanzamento, B: tondelli di legno, C: mola sfibratrice, D: spruzzo d'acqua, E: pozzetto di raccolta della pasta (PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005).

La pasta chimica si ottiene dalla cottura della pasta di legno con la soda o il bisolfito o il solfato o il clorosoda. Attraverso i processi chimici che scaturiscono, le sostanze legnose non cellulosiche vengono separate dalle fibre di cellulosa. Dà origine a carte di

buona qualità per la stampa, anche se la resa è piuttosto bassa, e le industrie presentano il problema dell'inquinamento ambientale scaturito dalle difficoltà di smaltimento dei prodotti chimici.

La pasta semichimica cerca di abbinare i vantaggi dei due trattamenti precedenti, intervenendo con un blando reagente, per poi realizzare la separazione definitiva delle fibre con metodi meccanici. Tale processo riduce al minimo l'azione meccanica per poter conservare una fibra lunga. Dalle paste semichimiche si ottengono vari tipi di cartone e carte da stampa economiche [fig. 7].

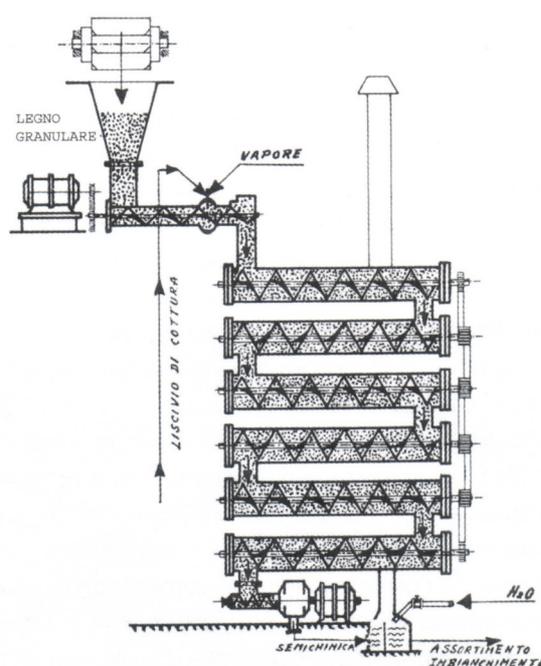


Fig. 7 Processo di produzione della pasta semichimica (PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005).

L'industrializzazione delle cartiere comportò una rivoluzione tecnologica nei macchinari: nel 1797 Leistenschneider ideò la *macchina continua a cilindro* e nel 1799 il francese Robert brevettò la *macchina continua in piano*, entrambe, anche se con metodi

diversi, in grado di produrre carta non più in fogli, bensì in nastro continuo.

I.2. I materiali di cui è costituita la carta: fattori interni di degrado

Le fibre cellulosiche, componente principale della carta, sono presenti in tutte le piante verdi. Chimicamente, la cellulosa è un polimero organico formato da una sequenza di unità molecolari di glucosio ed è il polisaccaride più abbondante in natura. Più molecole di glucosio formano le macromolecole legate fra di loro in una catena lineare. A loro volta le macromolecole si aggregano tra di loro attraverso legami a idrogeno dando luogo alla formazione di singole microfibrille [fig. 8].

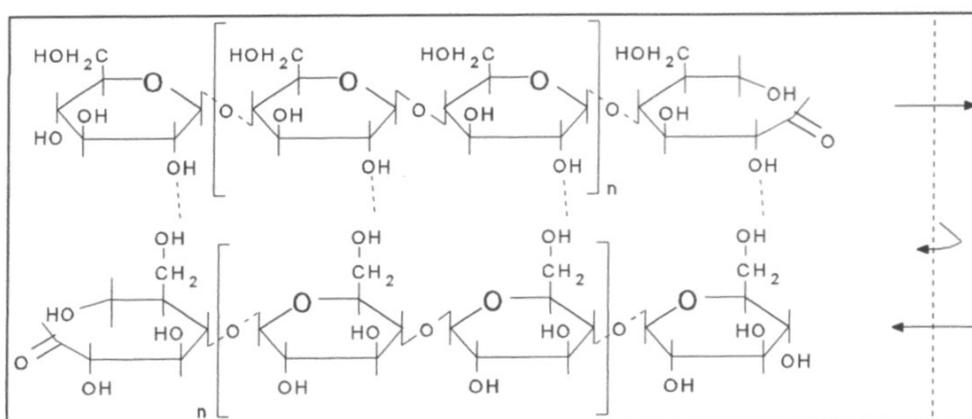


Fig. 8 Rappresentazione schematica di due catene di cellulosa associate attraverso legami a idrogeno (BANIK, CREMONESI, DE LA CHAPELLE, MONTALBANO 2003).

L'aggregazione di più microfibrille forma le fibrille, le quali, raggruppandosi, compongono le macrofibrille e dunque le fibre [fig. 9 e 10].

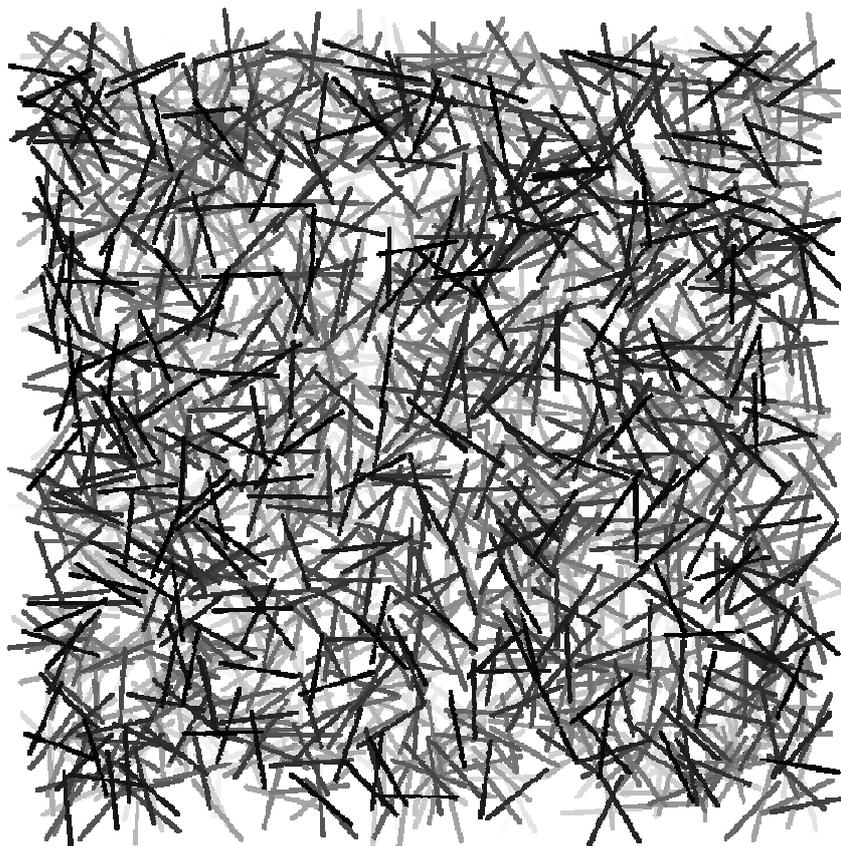


Fig. 9 Le fibre cellulosiche della carta si aggregano in modo casuale.

Tutte le carte d'origine occidentale prodotte fino alla fine del Settecento sono state realizzate partendo dagli stracci di canapa, lino e cotone o da una mescolanza di queste fibre. Malgrado tutti i materiali derivati dalla cellulosa siano soggetti al degrado chimico, fisico e biologico, le fibre delle carte antiche sono poco sensibili alla maggior parte degli agenti chimici e le lunghe catene molecolari garantiscono un'ottima resistenza meccanica.

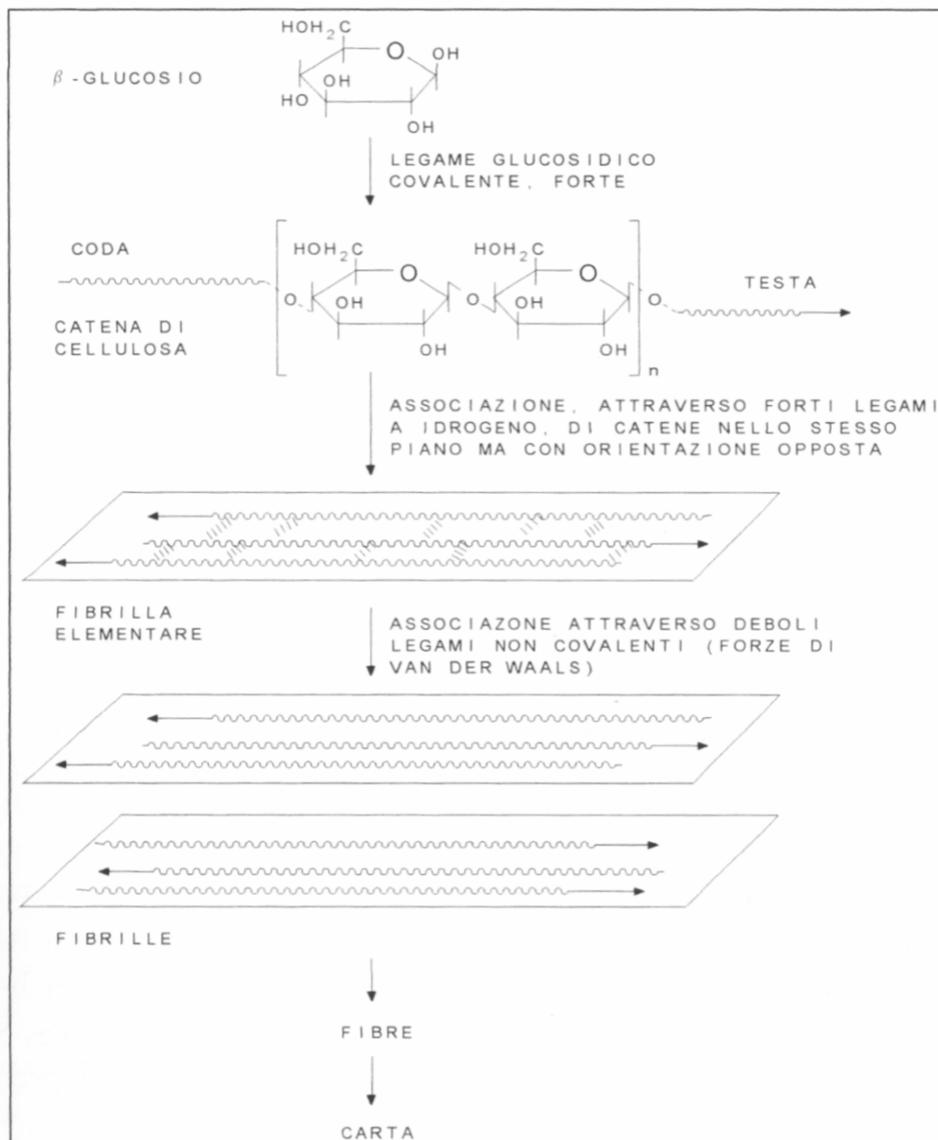


Fig. 10 Rappresentazione schematica dei vari livelli di organizzazione strutturale che portano dalla molecola di Glucosio al materiale cartaceo (BANIK, CREMONESI, DE LA CHAPELLE, MONTALBANO 2003).

Fra i componenti della pasta di legno vi è infatti la lignina, sostanza chimicamente molto più complicata della cellulosa e assai instabile. Differentemente, la documentazione cartacea della civiltà contemporanea potrebbe essere destinata a scomparire nell'arco di circa un secolo dalla sua produzione. Basti pensare alla carta usata

per i quotidiani che contiene generalmente più del 50% di pasta meccanica di legno: già dopo pochi anni può notevolmente ingiallire e, se esposta al sole, questo processo può prodursi anche in un solo giorno³.

La cellulosa proveniente dal legno contiene sempre un po' di lignina residua, malgrado i trattamenti di delignificazione e sbiancamento. La presenza anche minima di tale sostanza porta come conseguenza un ingiallimento precoce della carta, poiché essa è estremamente sensibile ai fenomeni di fotossidazione, ossia ai fenomeni di imbrunimento del supporto causati dall'azione combinata della luce e dell'ossigeno.

Dalla metà dell'Ottocento in poi le carte contengono una percentuale di lignina sempre più alta⁴.

La pasta di carta contiene anche una percentuale non trascurabile di emicellulosa [fig. 11], sostanza chimicamente simile alla cellulosa, ma più sensibile di quest'ultima all'ossidazione, con conseguente infragilimento della carta e formazione di un ambiente acido che ne favorisce il degrado.

Dunque, le materie prime fibrose di origine vegetale⁵, utilizzate, determinano la qualità della carta. Ma accanto a queste, vanno considerate quelle sostanze non fibrose, aggiunte all'impasto o applicate sulla superficie del foglio, che influiscono anch'esse in modo determinante sulla qualità finale del prodotto, poiché

³ La carta di tipo "giornale" ha una vita veramente breve: in 10-20 anni, se non conservato adeguatamente, un quotidiano può divenire illeggibile.

⁴ Si considerano carte derivate da legno quelle che contengono fibre lignificate in misura superiore al 5%.

⁵ Tra le fibre di origine vegetale il cotone è quella contenente una percentuale più alta di cellulosa (cotone 94%, lino 71,2%, canapa 74,3%). Le proprietà chimiche, fisiche e morfologiche delle fibre naturali sono analizzate in MARTUSCELLI 2006, pp. 1-67.

accelerano il deterioramento della cellulosa: collanti, sostanze di carica minerale, coloranti, agenti sbiancanti e additivi vari.

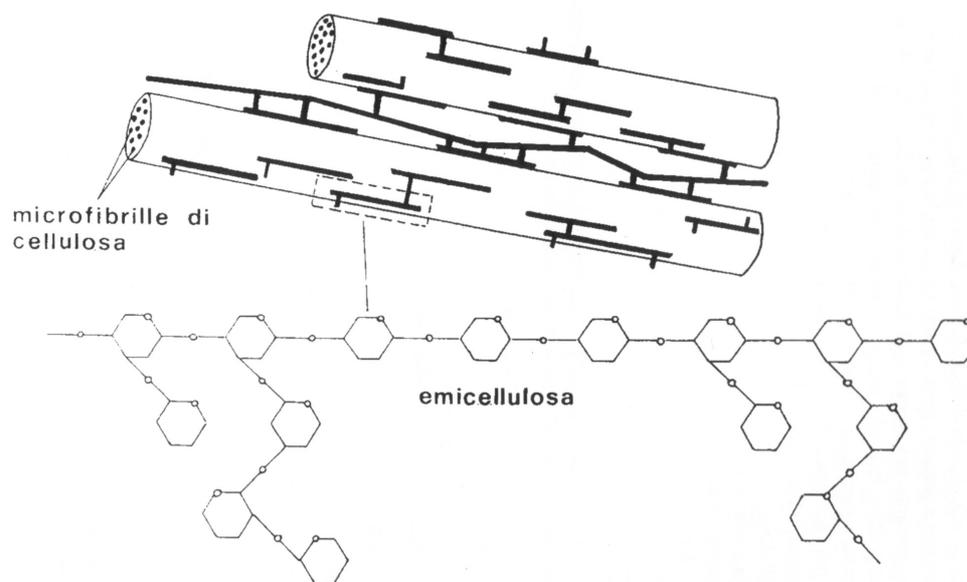


Fig. 11 Rappresentazione schematica dell'emicellulosa legata alle microfibrille cellulose (LORUSSO 1996).

Durante i processi di fabbricazione sono sempre presenti le colle. La collatura superficiale del foglio veniva praticata sin dal tempo degli arabi che usavano colle vegetali a base di sostanze amidacee o di gelatina. Negli anni Trenta del XIV secolo, a Fabriano, venne poi introdotto l'uso della gelatina animale per cercare di ovviare al problema della formazione delle muffe derivate dagli amidi, e solo nel Seicento le colle animali, anch'esse molto deperibili, furono stabilizzate con l'aggiunta di allume. A partire dal 1826 la gelatina animale fu sostituita dalla colofonia, sempre mescolata con l'allume. Da quell'epoca in tutte le industrie cartarie tale miscela fu utilizzata come incollatura nella pasta, e non più come collatura

finale della superficie del foglio, fino alla recente sostituzione con le resine sintetiche.

Impermeabilizzando le fibre, l'allume e la colofonia proteggevano le carte dall'attacco dei microrganismi, ma generavano anche una reazione acida che ne accelerava il degrado.

Alla pasta della carta vengono anche aggiunte delle sostanze di carica minerali, quali talco, caolino, carbonati di calcio, carbonato di magnesio e simili, per chiudere i pori della carta e renderla così più liscia, meno assorbente e più opaca. Queste sostanze possono essere una protezione per l'acidificazione della cellulosa ma portano come conseguenza una minore resistenza meccanica della carta⁶.

Possono inoltre trovarsi fra le fibre della cellulosa residui metallici dei processi di lavorazione (ferro, rame o alluminio) che concorrono all'induzione dei fenomeni d'ossidazione.

Infine, è da considerare l'azione degradante indotta dai coloranti di origine organica o sintetica, dagli azzurranti ottici usati per aumentare l'impressione del bianco, dai prodotti sbiancanti reattivi utilizzati dalla metà del Settecento, dopo la scoperta del cloro ed in seguito dell'ipoclorito di sodio, e da vari altri additivi impiegati per conferire alla carta caratteristiche ottiche e tattili particolari come la patinatura o la lucentezza⁷.

⁶ Come tecnica di restauro i materiali cartacei vengono spesso deacidificati. A causa dei depositi di sali di calcio che si possono verificare, anche tale intervento può provocare dei danni meccanici alla carta. Cfr. qui al paragrafo II.4.

⁷ Su questi argomenti cfr. FEDERICI, ROSSI 1983, pp. 222-228 e CONSONI 1990, pp. 332-338.

I.3. Fattori esterni di degrado

La carta, con il tempo, subisce un invecchiamento naturale che determina una modificazione del suo stato originario. Ciò viene favorito anche dagli eventi della sua storia conservativa che la fanno divenire più fragile, favorendo pure le modifiche ai medium grafici di cui costituisce il supporto.

Il degrado del materiale cartaceo colpisce generalmente la struttura chimica delle fibre provocando la frammentazione o l'indebolimento delle catene cellulosiche. Le cause di tale infragilimento sono da ricercare in fenomeni di origine chimica, fisica o biologica oppure nel loro effetto sinergico, ma tale deterioramento è un processo naturale e irreversibile, che può essere solo rallentato, eliminando tutte le cause ambientali che tendono ad accelerarlo. Temperatura, umidità relativa, luce, inquinamento atmosferico, eventi catastrofici come incendi o alluvioni e incidenti dovuti all'incuria dell'uomo costituiscono i fattori ambientali che influiscono sul degrado di ogni supporto artistico e dunque anche della carta. Per tenere sotto controllo questi elementi, i conservatori hanno dunque dovuto definire dei parametri di controllo ambientale nei luoghi adibiti alla cura dei diversi materiali⁸.

Il degrado chimico della carta dà origine a reazioni di idrolisi o di ossidazione.

La reazione di ossidazione produce un elevato grado di acidità nella carta, che si manifesta con un imbrunimento più o meno accentuato e non sempre uniforme della carta. L'indebolimento delle fibre si avverte al tatto (infeltrimento) e all'odorato (odore pungente) e

⁸ Cfr. qui al paragrafo successivo.

viene indotto da agenti chimici acidi che fanno parte dei costituenti della carta (lignina⁹, colofonia, allume, metalli pesanti e qualità dell'acqua usata nelle cartiere) e dei media artistici impiegati sul supporto (inchiostri e coloranti), oppure che sono rimasti all'interno delle fibre come residui dei processi di sbiancamento¹⁰ o che sono presenti nell'atmosfera inquinata.

La reazione di ossidazione è chiamata così perché l'agente più diffuso in natura che ha le proprietà di agire in tal senso è l'ossigeno, ma altre sostanze presenti nell'atmosfera inquinata (soprattutto i composti dello zolfo) hanno medesimo potere reagente: gli ossidi presenti nell'aria si trasformano in acidi molto rapidamente, soprattutto se vengono a contatto con un'eccessiva quantità d'acqua presente nei materiali.

L'esposizione non controllata al calore o alla luce provoca una modificazione dello stato molecolare di un materiale, a seguito di un eccitamento provocato da un aumento di energia accumulata; per cui in ambienti con temperatura elevata oppure esposizione luminosa non contenuta, l'ossigeno e gli altri agenti presenti nell'atmosfera reagiscono dando luogo a fenomeni di fotossidazione (imbrunimento della carta prodotto dall'azione concomitante di luce e ossigeno) o di termossidazione (imbrunimento della carta prodotto dall'azione concomitante di temperatura e ossigeno).

⁹ La lignina è la maggiore responsabile dell'ingiallimento. La carta che ne contiene un'alta percentuale reagisce con l'ossigeno e si imbrunisce anche se non esposta ad altri agenti di degrado.

¹⁰ Residui ci possono essere sia dal processo di sbianca avvenuto in fase di fabbricazione sia dallo sbiancamento che può essere intervenuto in fase di restauro. Per questa tecnica di restauro cfr. qui al paragrafo II.3.

Il supporto cartaceo può inoltre essere soggetto anche a reazioni di tipo fotochimico o termico, processi che comportano entrambi la decolorazione dei materiali¹¹.

In ambienti con elevati valori d'umidità relativa (UR), l'acqua in eccesso, assorbita da un materiale altamente igroscopico come la carta, diventa un fattore aggravante nelle reazioni di ossidazione, e produce inoltre reazioni di idrolisi della cellulosa che vanno ad incidere ulteriormente sul suo degrado.

Un elevato tasso d'umidità relativa influisce in modo determinante anche sullo stato fisico dei materiali cartacei, le cui fibre possono subire un rigonfiamento e una deformazione. Tale deterioramento diventa ancora più dannoso se avvengono sbalzi dei valori di UR dovuti a brusche variazioni di temperatura: nei casi più gravi si verifica, infatti, una curvatura dei supporti fino al cosiddetto imbarcamento che provoca il distacco degli strati pittorici. Il continuo passaggio di vapor d'acqua, che dall'ambiente esterno penetra nelle fibre della carta attraverso le zone amorfe [fig. 12], si traduce in variazioni del peso esercitando un effetto plastificante: ciò fa diminuire la resistenza meccanica della carta e provoca la deformazione del foglio. Queste trasformazioni fisiche non sono reversibili.

¹¹ Il degrado fotochimico, termico, fotossidativo e termossidativo delle fibre naturali è descritto in MARTUSCELLI 2006, pp.103-214.

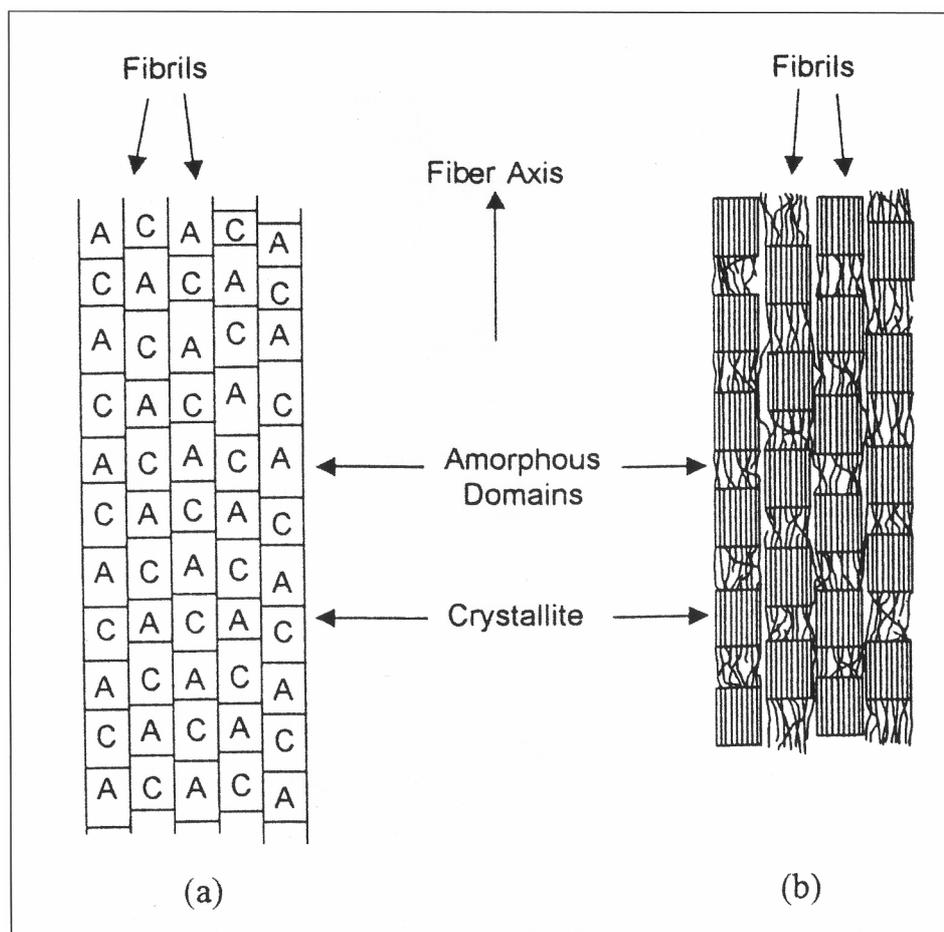


Fig. 12 Modelli strutturali di microfibrille cellulosiche. Nel modello a destra la struttura delle fibre di cellulosa è costituita da microfibrille dove domini cristallini, interrotti da domini amorfi, si susseguono lungo l'asse. Nel modello a sinistra i domini amorfi e cristallini sono indicati rispettivamente come A e C. L'acqua e qualsiasi altro tipo di liquido omogeneo vengono assorbiti dalle fibre della carta essenzialmente attraverso le regioni amorse che sono più permeabili. (MARTUSCELLI 2006).

Altra causa di degrado dei materiali di origine organica sono gli attacchi degli agenti biologici, costituiti da microrganismi, insetti e roditori.

Fra i microrganismi sono da distinguere i batteri, i lieviti e i funghi. Molto comune l'attacco fungino, anche se spesso i danni dei microrganismi si combinano. Le conseguenze della crescita dei funghi sono molto gravi: si altera la struttura delle fibre per

l'aumento della percentuale d'acqua e una volta iniziato l'attacco, il fungo continua a crescere indipendentemente dalle condizioni di umidità dell'ambiente [fig. 13].

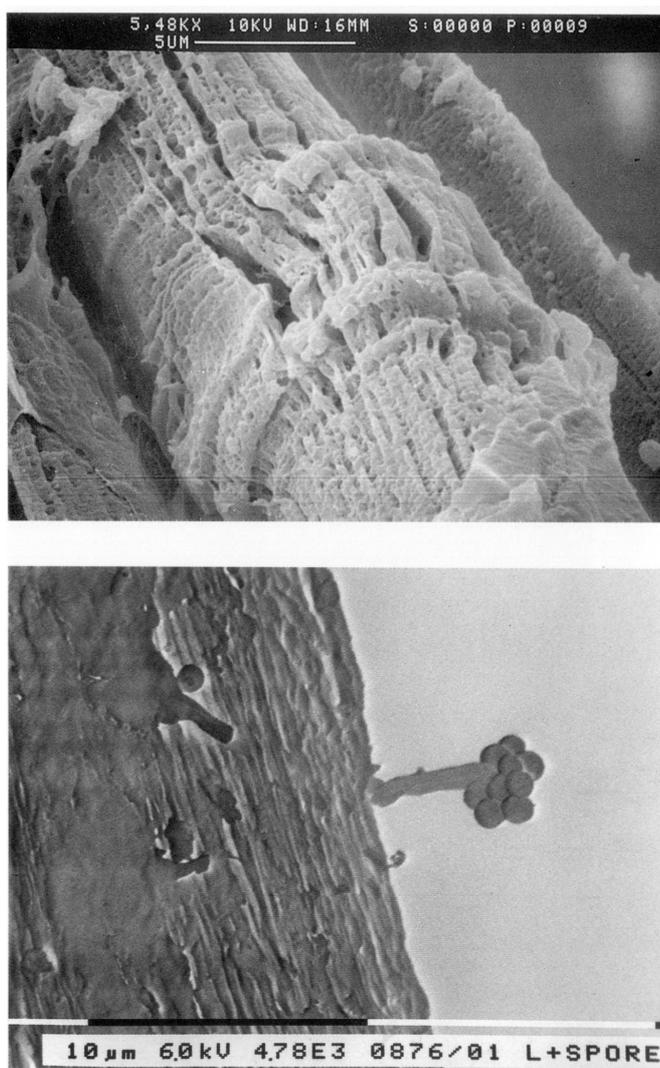


Fig. 13 Micrografie elettroniche in scansione di una fibra di lino aggredita da muffe. Nella seconda immagine è evidente una crescita micotica (SCICOLONE 1993).

Il degrado della cellulosa causato dai batteri e dai funghi può giungere fino a una completa distruzione della carta [fig. 14], o comunque ad un tale indebolimento del supporto da rendere molto

difficoltosi i trattamenti ai quali i restauratori possono sottoporre le sostanze colorate che i microrganismi secernono: macchie fra le più resistenti che si possano incontrare¹².



Fig. 14 Un volume manoscritto del XVII secolo completamente distrutto dai microrganismi, a causa della sua permanenza a lungo in un ambiente ad alto tasso di umidità relativa (COPEDE 1991).

I funghi che si possono trovare sulla carta sono molto numerosi e si presentano di forme varie e di varie gamme di colore che vanno dal giallo al nero, passando per toni di bruno e di rosso violaceo. Loro caratteristica è la capacità di diffondersi sui fogli adiacenti lasciando la carta variamente pigmentata e la zona colorata è spesso visibile sulle due facce del foglio.

Analizzando spettroscopicamente le muffe prodotte e i pigmenti presenti sulla carta è possibile identificare il tipo di fungo responsabile del danno.

¹² Cfr. qui al paragrafo II.3.

Una delle forme più note d'alterazione cromatica è il cosiddetto foxing, che si manifesta con la formazione di macchioline color ruggine [fig. 15].



Fig. 15 Acquerello su carta colpito da fenomeni di foxing (Giuseppe De Nittis, *Testa d'uomo*, Barletta, Pinacoteca Comunale).

La letteratura sulle cause di questo fenomeno appare ormai sicura nell'aver definito il suo orientamento, classificandolo come

un'alterazione microbiologica¹³, mentre per un lungo periodo si era ritenuto che l'azione dei microrganismi fosse favorita dalla presenza di minerali come il ferro, e che dunque il foxing potesse venire generato da fenomeni d'ossidazione chimica.

Circa settanta sono in Italia le specie d'insetti potenzialmente dannosi per la conservazione della carta, perché la gradiscono come nutrimento; fra i più comuni ricordiamo quelli che vivono nell'ambiente circostante: alcune famiglie di coleotteri, il cosiddetto pesciolino d'argento e la pulce del libro; e quelli che nascono e vivono all'interno dei materiali cartacei: le termiti e i tarli.

Gli insetti depositano i loro escrementi sui supporti cartacei e possono provocare perdita di materia. Soprattutto il pesciolino d'argento, nutrendosi essenzialmente della gelatina superficiale della carta, può provocare perdite considerevoli di materiale grafico dando origine a lacune ed abrasioni del supporto [fig. 16].

Le cause che favoriscono lo sviluppo dei microrganismi e degli insetti vanno ricercate nella variazione di contenuto d'acqua nel materiale cartaceo, conseguente alla mancata salvaguardia dei valori termoigrometrici ottimali degli ambienti deputati alla conservazione di tale materiale, che, come tutte le sostanze igroscopiche, è in grado di assorbire acqua e deassorbirla sia allo stato liquido sia a quello di vapore. Se il contenuto d'acqua supera il 10%, qualsiasi tipo di carta dà origine alla germinazione delle spore, situazione che si matura in presenza di valori ambientali di temperatura intorno ai 20° e di umidità relativa intorno all'80%.

¹³ Sul foxing cfr. HEY 1982; FEDERICI, ROSSI 1983; CORRIGAN 1991d.

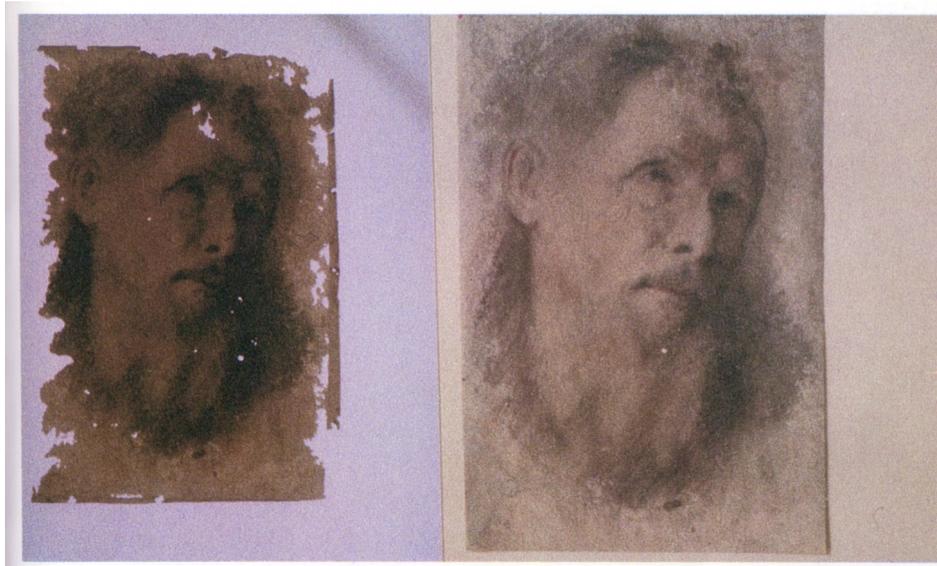


Fig. 16 Disegno prima e dopo il restauro. Le lacune sono state causate dal camminamento degli insetti che si sono cibati del materiale cartaceo (COPEDE 1991).

Condizione necessaria per impedire lo sviluppo dei microrganismi è dunque la conservazione della temperatura nel limite dei 18° e dell'umidità relativa nel limite del 65%, ma tali valori non sono, però, sufficienti ad impedire la vita di alcune specie di insetti che proliferano anche in ambienti molto asciutti (40-60% di umidità relativa) e a temperature molto basse (inferiori a 0°)¹⁴.

I roditori sono il tipo di minaccia più controllabile per le opere d'arte, e anche nelle biblioteche e negli archivi, nonostante i danni nel tempo arrecati, sono solo dei visitatori passeggeri.

¹⁴ Per le analisi dei fenomeni di biodeterioramento cfr. TONOLO 1971; TIANO 1981; GALLO, MARCONI 1982; HEY 1982; FEDERICI, ROSSI 1983; PLOSSI ZAPPALÀ 1984; GALLO 1984; BIODETERIORAMENTO 1986; GALLO, MARCONI, MONTANARI 1989; AGATI 1990; JAMES, GRECA 1991; COPEDE 1991; GALLO 1992; BOLLETTINO ICR 2001a; BOLLETTINO ICR 2001b.

I.4. Parametri conservativi

Comunemente i concetti di conservazione e di restauro vengono assimilati, mentre occorrerebbe intendere la nozione di conservazione nella sua più vasta accezione di insieme di azioni di protezione indiretta e diretta, volte a rallentare il degrado di un bene culturale. Il ruolo conservativo deve essere identificato soprattutto con la prevenzione, e per una corretta politica di conservazione dei beni culturali è necessario che venga rivalutata in modo adeguato tale funzione preventiva, sempre oscurata rispetto a quella del restauro, reputata di maggior prestigio a discapito delle mansioni di manutenzione.

Per protezione indiretta si intende il complesso di operazioni che, senza interagire direttamente con gli oggetti, ne rallenta la degradazione. Sono pertanto riconducibili a tale protezione il controllo ambientale delle sale museali, dei depositi, dei gabinetti dei disegni e delle stampe e l'educazione alla manipolazione degli oggetti, alla quale devono essere formati innanzitutto i conservatori. Sono invece definite azioni di protezione diretta quelle che si concretizzano attraverso un contatto diretto con il bene, ma senza comportare alcuna modificazione fisica e chimica della materia dell'oggetto. Si attuano attraverso i montaggi delle opere nei passe-partout e nei vari contenitori, attraverso la spolveratura interna ed esterna delle cornici e dei vetri delle opere in esposizione oppure attraverso le disinfestazioni¹⁵.

¹⁵ Spolveratura e disinfestazione rientrano anche fra le operazioni preliminari ad ogni restauro. Cfr. qui al paragrafo II.1.

Il restauro può essere definito come il prolungamento della protezione diretta, ossia l'azione straordinaria condotta su un bene culturale, necessaria a rimuovere o rallentare le cause di degrado che hanno portato l'opera al di sotto della soglia di fruibilità, e che agisce a vari gradi di invasività sulle componenti materiali di un bene culturale.

Il restauro è l'ultima delle azioni dirette su un bene e come tale vi si deve ricorrere solo nel momento in cui esiste una minaccia per la perdita di quel bene.

Concludendo questo capitolo introduttivo con l'intenzione di mettere in rilievo il ruolo preventivo, è doveroso soffermarsi sulla tematica della protezione indiretta, poiché particolare attenzione merita il problema della valutazione dei parametri ambientali, il controllo dei quali si effettua sui valori che, esposti in ordine di pericolosità, riguardano l'umidità relativa, la luce, la temperatura e l'inquinamento atmosferico.

Per le opere su carta i valori di umidità relativa raccomandati dai diversi autori vanno dal 45% al 65%, ma sotto il 50% sono difficilmente realizzabili nella maggior parte degli ambienti, e, se raggiunti, bisogna fare estrema attenzione ai cambiamenti di condizione che si verificano per esempio con i trasporti. In ambienti troppo umidi si rischiano attacchi biologici e degrado fisico-chimico [fig. 17], mentre in quelli eccessivamente secchi c'è il rischio di contrazioni fisiche delle fibre che portano come conseguenza la loro frattura.

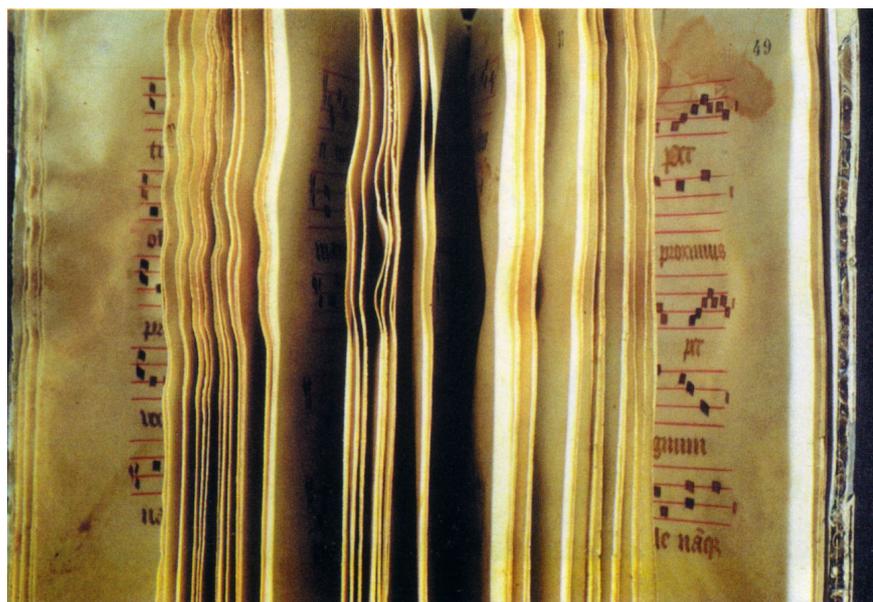


Fig. 17 Particolare dei fogli di un libro esposto a lungo in ambiente ad alto tasso d'umidità relativa. Le carte hanno subito evidenti danni biologici e fisici (LORUSSO 1996).

La temperatura deve essere mantenuta sui 15° C nei depositi e sui 18° C nelle sale espositive (mai oltre i 20°), ma l'attenzione più importante deve essere quella di non sottoporre le opere a bruschi sbalzi termoisgrometrici, che sarebbe ideale contenere fra i 15° - 18° di temperatura e fra il 60% - 65% di umidità relativa.

L'elevata temperatura accelera le reazioni chimiche e crea un ambiente accogliente per gli insetti che amano il caldo e il buio.

Per la rilevazione della temperatura e dell'umidità relativa, i migliori strumenti utilizzati nei musei sono gli psicrometri e i termoigrografi. I primi registrano la temperatura, e attraverso l'analisi delle tabelle psicrometriche è possibile dedurre la percentuale d'umidità relativa, mentre i termoigrografi misurano e contemporaneamente registrano l'andamento di entrambi i valori.

Qualora la temperatura o l'umidità relativa si discostino dai livelli ottimali, è necessario intervenire con impianti di condizionamento: deumidificatori o prodotti essiccanti come il cloruro di calcio. Quest'ultimo può essere indicato per ambienti piccoli come le vetrine espositive. Per le condizioni climatiche del nostro paese, è invece rara la situazione che porta ad avvalersi di impianti d'umidificazione.

Per quanto riguarda l'illuminazione dei locali, deve essere controllata sia la sua intensità sia il tempo di esposizione delle opere. Il luxmetro, sensibile sia alle radiazioni visibili sia a quelle invisibili, ne consente la precisa misurazione.

Le radiazioni visibili, percepibili cioè dall'occhio umano, hanno lunghezze d'onde comprese tra i 400 ed i 750 nanometri. Quelle invisibili sono dette ultraviolette quando la lunghezza d'onda è compresa tra i 100 e i 380 nm circa ed infrarosse tra i 770 ed i 1000 nm circa [fig. 18].

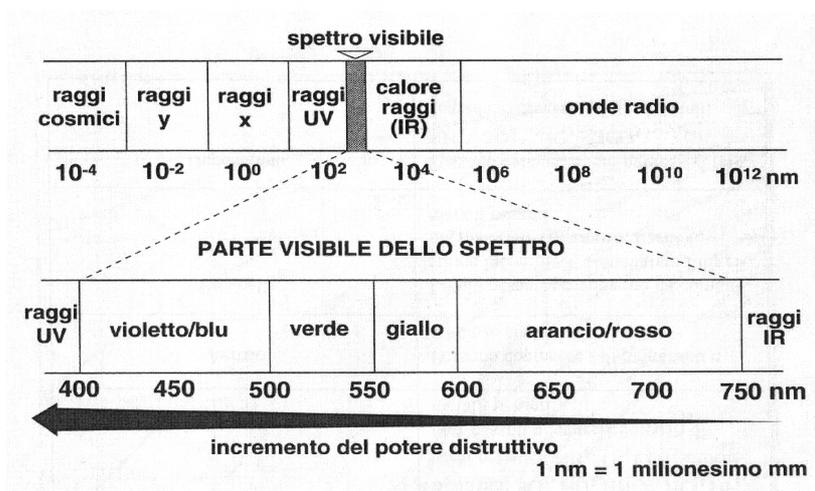


Fig. 18 Schema dello spettro elettromagnetico. Le radiazioni visibili dello spettro sono tanto più dannose quanto più la loro lunghezza d'onda si avvicina a quella dei raggi ultravioletti (UV).

Le sorgenti delle radiazioni ultraviolette, visibili ed infrarosse sono sia naturali (sole) sia artificiali (lampade). Per proteggere il nostro patrimonio grafico, bibliografico ed archivistico è necessario eliminare totalmente le radiazioni più nocive (ultraviolette), ridurre quelle infrarosse e diminuire la potenza ed il tempo di irraggiamento di quelle visibili.

Il danneggiamento, infatti, è il prodotto della potenza luminosa moltiplicata per il tempo d'esposizione.

Ogni opera cartacea dovrebbe, quindi, essere messa in mostra a rotazione e durante l'esposizione le radiazioni visibili non dovrebbero superare i 50 *lux*¹⁶.

Le radiazioni ultraviolette possono venire eliminate attraverso le pellicole filtranti applicate alle finestre o alle vetrine espositive, mentre il riscaldamento prodotto dagli infrarossi può essere ridotto con l'uso di filtri o di tende: non si espongono direttamente gli oggetti ad alcuna sorgente luminosa e neppure si pongono fonti luminose all'interno di una teca. In quest'ultimo caso, per prevenire l'effetto serra, è opportuno scegliere lampade fluorescenti a catodo freddo, posizionate in modo che il flusso luminoso abbia un'incidenza molto lieve sul materiale, e assicurare una ventilazione all'interno della bacheca tramite fori praticati sul piano d'appoggio orizzontale. Sarà d'obbligo, infine, controllare il microclima interno degli espositori e attraverso i fori provvedere, ove necessario, all'umidificazione dei piccoli ambienti.

¹⁶ Un lux equivale all'illuminazione di una superficie sulla quale cade uniformemente il flusso luminoso di un *lumen* per metro quadrato. Il lumen è l'unità di misura della quantità di luce emessa nel visibile.

Gli inquinanti chimici accelerano i processi di degrado, ma questo è un pericolo gestibile attraverso il controllo della qualità dell'aria, veicolo primario d'infezione delle sostanze inquinanti (gli acidi sono le più pericolose) e dei microrganismi. L'inquinamento è contenuto se vengono garantite una buona aerazione e favorevoli condizioni termoigrometriche.

II. LE TECNICHE E I MATERIALI DI RESTAURO

II.1. Trattamenti preliminari e pulitura a secco

Eventuali fattori di biodeterioramento vanno affrontati prima di qualsiasi intervento di restauro attraverso le azioni di disinfezione e/o di disinfestazione. Il primo trattamento distrugge funghi e batteri, anche sotto forma di spore, impedendone l'ulteriore sviluppo, mentre la disinfestazione è usata contro gli insetti, sia sotto forma di individui adulti sia di larve o uova. Entrambi gli interventi possono essere condotti sia con mezzi fisici sia con mezzi chimici¹⁷, e sono frequentemente adottati per i materiali librari ed archivistici. In questi casi, infatti, si trovano spesso funghi, muffe e insetti ben vivi, viste le maggiori difficoltà, rispetto ai disegni e alle stampe, di garantire la pulizia e l'aerazione delle sale e di tenere sotto controllo le condizioni termoigrometriche ottimali, atte a garantire una buona conservazione dei materiali cartacei.

I trattamenti tradizionalmente adottati per la disinfezione e la disinfestazione del materiale librario e d'archivio prevedono l'utilizzo di mezzi acquosi, ma tali consuetudini mal si incontrano con le esigenze di numerose opere d'arte, realizzate con tecniche che non sopportano i lavaggi. Recenti studi sui prodotti biocidi si

¹⁷ I metodi di bonifica sono descritti in FEDERICI, ROSSI 1983, pp. 235-236; SCIANNA 1986; AGATI 1990; GRECA, JAMES 1991; COPEDÉ 1991; GALLO 1992.

sono dunque concentrati sui trattamenti gassosi¹⁸, che si sono dimostrati di gran lunga preferibili ai metodi di immersione della carta in biocidi disciolti in soluzioni acquose, anche perché non lasciano residui tossici nell'ambiente e nei materiali trattati. Tali residui, infatti, diventavano col tempo nocivi per l'organismo umano e in diversi casi hanno dato origine nei materiali a processi di fotossidazione¹⁹.

Anche quando non si pone il problema della disinfezione, il supporto potrebbe comunque essere macchiato da residui parassitari e da muffe, casi che si affrontano, secondo il tipo di residuo, con una serie di interventi a secco, con mezzi acquosi o con solventi non acquosi.

Il lavaggio, la smacchiatura, lo sbiancamento e la deacidificazione sono trattamenti per via umida ai quali si ricorre per eliminare le macchie o l'imbrunimento generale del supporto cartaceo, ma vengono eseguiti solo come un'eventualità, dopo accurati test di solubilità di inchiostri e pigmenti, mentre la pulitura a secco è da considerare un'operazione sempre necessaria e preliminare. Essa, difatti, se eseguita correttamente, è la meno aggressiva, e potrebbe evitare o almeno ridurre al minimo la portata delle azioni successive. La rimozione meccanica dello sporco è poi opportuna anche per evitare che durante il rigonfiamento delle fibre,

¹⁸ Fino agli inizi degli anni Novanta i biocidi gassosi più utilizzati in celle sottovuoto erano l'ossido di etilene, la formaldeide e il bromuro di metile. Tali gas volatili sono stati recentemente abbandonati a favore di tecniche non tossiche per l'uomo, consistenti nel trattamento dei materiali in atmosfera controllata, a basso contenuto d'ossigeno, in modo da provocare la morte degli insetti per anossia, cfr. BOLLETTINO ICR 2001a; BOLLETTINO ICR 2001b.

¹⁹ Cfr. GALLO 1992, pp. 99-105.

conseguente all'assorbimento d'acqua, le particelle di polvere o altro sporco possano fissarsi negli interstizi delle fibre.

Per mezzo di pennelli di setole finissime, spazzole e batuffoli di cotone si tenta di eliminare le polveri superficiali, i segni di matita, gli escrementi degli insetti, i residui di cibo, di cera, di fango e simili, qualora non si siano ancora verificati fenomeni di penetrazione nello spessore della carta, mentre bisturi, gomme morbide e carte abrasive vengono adoperati per l'asportazione di residui particolarmente tenaci come quelli dei nastri adesivi o delle macchie di muffe, spesso successivamente trattate con una leggera disinfezione di alcool etilico.

Questa tecnica, apparentemente senza rischi, non è priva di controindicazioni, poiché una sgommatura troppo tenace può determinare abrasioni alle fibre superficiali della carta al punto che, quando è necessario bisogna intervenire in modo più aggressivo. Maurizio Copedé consiglia di osservare di tanto in tanto la parte trattata attraverso un microscopio stereoscopico²⁰. Particolare attenzione deve essere dunque dedicata alla scelta delle gomme che, come osservato da Catherine Baker²¹, se sono di granulometria troppo grande comportano un'eccessiva abrasione, mentre, se le particelle sono troppo fini, esiste il rischio di lasciarne elevati residui tra le fibre della carta. L'autrice consiglia una preparazione casalinga di frammenti di gomma, evitando quei prodotti, come

²⁰ COPEDÉ 1991, p. 107.

²¹ Per l'impiego delle gomme cfr. BAKER 1984; FEDERICI, HEY, SERENA DI LAPIGIO 1984; GRECA, JAMES 1991; COPEDÉ 1991, p. 108.

l'olio vegetale, che lascerebbero macchiata la carta²². Il metodo proposto permette anche di tenere sotto controllo la granulometria, ideale all'inizio, ma tendente a divenire più sottile durante la pulitura, offrendo così la possibilità di fermarsi al momento giusto. In commercio è anche diffusa una gomma in polvere che si può stendere sul disegno strofinando con il palmo della mano o con il dito. La tecnica sarebbe raccomandata per la sua delicatezza, se non presentasse il problema della granulometria troppo sottile dei residui (che inoltre modificano la porosità della carta), e se permettesse di intervenire in zone molto limitate (cosa di difficile attuazione perché non può essere tenuta sotto controllo la polvere stesa su un supporto).

Un intervento corretto limiterà comunque la sgommatura alle zone di sporco localizzato come i bordi, i margini e il verso²³, e interverrà eventualmente nelle altre zone con molta sensibilità, verificando che non vengano alterati i rapporti fra i chiari e gli scuri: è preferibile lasciare un po' di polvere piuttosto che avere la pretesa di riportare l'opera nelle condizioni originali che ormai non si conoscono più.

La tecnologia viene in soccorso con i microaspiratori per la spolveratura delle opere di grande formato, mentre per i piccoli e medi formati in nessun laboratorio può mancare la tavola

²² Da evitare le gomme tipo "mollica di pane" che sono a base di grassi vegetali, ma anche quelle in PVC con plastificante esterno. Queste ultime rendono ugualmente untuosa la zona trattata ed inibiscono eventuali trattamenti successivi con solventi, poiché, a contatto con questi, le particelle residue potrebbero sciogliersi ed integrarsi con le fibre.

²³ Soprattutto nei margini sono spesso da eliminare i segni di ditate dovute alle manipolazioni delle opere.

aspirante²⁴, sulla quale viene poggiato il foglio per creare il vuoto artificiale sotto la lastra metallica forata. Essa viene utilizzata per l'aspirazione delle polveri e l'asciugamento rapido dopo trattamenti acquosi completi come il lavaggio o la deacidificazione, oppure interventi localizzati per l'eliminazione di macchie tramite soluzioni acquose o anche solventi non acquosi: il vuoto artificiale favorisce il passaggio veloce del solvente attraverso il materiale, evitando così la formazione di aloni. L'unica precauzione da osservare è coprire l'opera con un foglio di carta assorbente poiché l'apparecchio aspira anche le polveri dell'ambiente circostante.

II.2. Smacchiatura, lavaggio e asciugatura

Con il termine di smacchiatura ci si riferisce a tutti gli interventi tesi alla rimozione delle macchie, ossia qualsiasi sostanza solida o liquida assorbita dalla carta²⁵.

In fase preliminare sarà delicato compito del conservatore valutare la necessità o meno di eliminare le macchie, operazione che di solito non è indispensabile per la conservazione dell'opera, ma la cui lettura potrebbe però venire alterata da queste presenze. La compromissione estetica dell'opera sembrerebbe non porre dubbi sull'intervento, ma il primo imperativo che conservatori e restauratori si devono porre deve essere quello di non attuare mai metodi di rimozione che possano mettere a rischio la conservazione

²⁴ Tavola dotata di un meccanismo d'aspirazione dell'aria, inventata nel 1974 dalla statunitense Marilyn Weidner per il restauro di opere d'arte su carta.

²⁵ Per le analisi sui problemi della smacchiatura e sull'uso dei solventi non acquosi cfr. FEDERICI, ROSSI 1983, pp. 57-60; FEDERICI, HEY, SERENA DI LAPIGIO 1984; AGATI 1990, pp. 371-372; COPEDE 1991, pp. 99-101; GRECA 1991b.

dell'opera, ricordando che puliture troppo tenaci e l'uso imprudente di sostanze aggressive hanno causato gran parte dei danni che oggi si riscontrano sulle opere d'arte.

Analisi di laboratorio o semplicemente l'esperienza del restauratore saranno necessarie per accertare il tipo di sostanza macchiante, in relazione alla quale si sceglierà il mezzo opportuno per tentare di eliminarla o di attenuarne l'effetto di disturbo nella lettura dell'opera. Le sostanze liquide omogenee come il caffè, il tè, il vino o l'inchiostro permeano la carta per l'intero spessore (penetrandola attraverso le zone amorfe, come evidenzia la fig. 11 del capitolo I) e, salvo rare eccezioni, non possono essere rimosse senza l'impiego di solventi acquosi; diversamente avviene per i liquidi cosiddetti eterogenei, quali latte, sangue, olio o inchiostri di penne a sfera, i quali si trattengono in genere sulla superficie della carta, ma, anche in questo caso, è piuttosto rara la risoluzione della macchia unicamente attraverso la pulitura meccanica. Le sostanze solide, come cibo, escrementi di insetti, cera, fango e simili, possono invece venire spesso rimossi con la sola pulitura a secco, anche se non si può a priori escludere l'uso dei solventi, proponibile nei casi in cui i materiali solidi siano accompagnati da liquidi.

Qualora la tecnica grafica lo permetta, è il lavaggio in acqua parzialmente demineralizzata a dover essere considerato come primo espediente²⁶, poiché questo intervento di pulitura permette a molte sostanze che si vogliono eliminare di essere solubilizzate. Ogni metodo di smacchiatura sfrutta infatti la solubilizzazione,

²⁶ Il tempo di ammollo in acqua va dai 30 ai 60 minuti secondo le condizioni dell'opera.

fenomeno chimico attraverso il quale la sostanza da eliminare (soluta) può venir dispersa in un mezzo liquido (solvente), e il solvente maggiormente utilizzato per il restauro delle opere su carta è senza dubbio l'acqua. Prima di intraprendere un trattamento chimico è necessario un prelavaggio che potrebbe schiarire a tal punto la carta da rendere superflui ulteriori interventi, del resto una smacchiatura con solventi deve sempre essere seguita da un lavaggio, attraverso il quale vengono rimossi eventuali residui di solventi prima utilizzati.

Aumentando la percentuale d'acqua assorbita dalla carta, le fibre cellulosiche rigonfiano in modo da fare uscire molte impurità responsabili del loro degrado, ma prima di applicare il metodo di lavaggio per immersione, occorre testare la tecnica grafica. Quasi tutti i media possono comunque sopportare una leggera umidificazione, tecnica che viene adottata per smacchiature locali.

Le gore d'umidità e le macchie di colle organiche si risolvono facilmente con acqua fredda o tiepida, anche per umidificazione. Mentre per pulire macchie tenaci, senza alcun rischio di abrasione per il supporto, oppure per intervenire sui residui di colle organiche se i media sono sensibili all'acqua, sono spesso usati come detergenti gli eteri cellulosici – come la metilcellulosa e la carbossimetilcellulosa²⁷ – in soluzioni acquose al 2.5% o al 3%. A trattamento completo lasceranno entrambi un film leggermente grigiastro che si elimina con la rimozione dei residui dalla superficie della carta.

²⁷ I derivati cellulosici sono principalmente adoperati come adesivi nel restauro dei materiali cartacei. Per i vari usi della metilcellulosa cfr. qui al paragrafo III.5. e BAKER 1982.

I solventi utilizzati per la smacchiatura sono in prevalenza organici²⁸ e sono per lo più sostanze selezionate tra quelle prive di azione reattiva. Essendo un materiale assai poroso, la carta permette la veloce evaporazione di tutti i solventi, tuttavia l'azione insistita di questi ultimi rende fragile il supporto poiché al momento dell'evaporazione vengono sottratte molecole d'acqua e il materiale tende così a disseccarsi. Il loro impiego deve essere quindi oculato e la loro scelta tener conto non solo dei meccanismi di solubilizzazione, ma anche delle caratteristiche fisiche di ogni solvente, quali la volatilità, la possibile ritenzione da parte del supporto, la miscibilità con altri solventi e i vantaggi che spesso si ottengono da tali miscele, la viscosità, l'infiammabilità o la tossicità²⁹. Per la pericolosità di alcune sostanze occorre eseguire tali operazioni di smacchiatura sotto una cappa aspirante [fig. 19].

Elencheremo, sommariamente, i prodotti più usati nella smacchiatura dei materiali cartacei, dividendoli per classi.

Fra gli alcoli, l'alcool etilico è il più importante della classe ed uno dei più usati anche nella pulitura dei dipinti. È un buon solvente per molte sostanze organiche e per macchie di gommalacca, sostanza, quest'ultima, che può essere solubilizzata anche con l'alcool metilico, usato inoltre per la rimozione dei fissativi di sintesi³⁰ e per la deacidificazione non acquosa³¹. L'alcool metilico tende ad assorbire meno umidità rispetto all'etanolo ma non è da preferire a

²⁸ I solventi inorganici producono effetti degradanti sulla carta e si preferisce di norma non utilizzarli.

²⁹ Il processo di solubilizzazione e le principali proprietà dei solventi sono descritte in MATTEINI, MOLES 1989, pp. 89-135.

³⁰ La rimozione del fissativo resta sostanzialmente inapplicabile in sede operativa. Cfr. qui al paragrafo III.8.

³¹ Cfr. qui al paragrafo II.4.

quest'ultimo perché è molto più tossico. Sempre più tossico dell'alcool etilico è l'alcool isopropilico, solvente con proprietà assai simili all'etanolo.

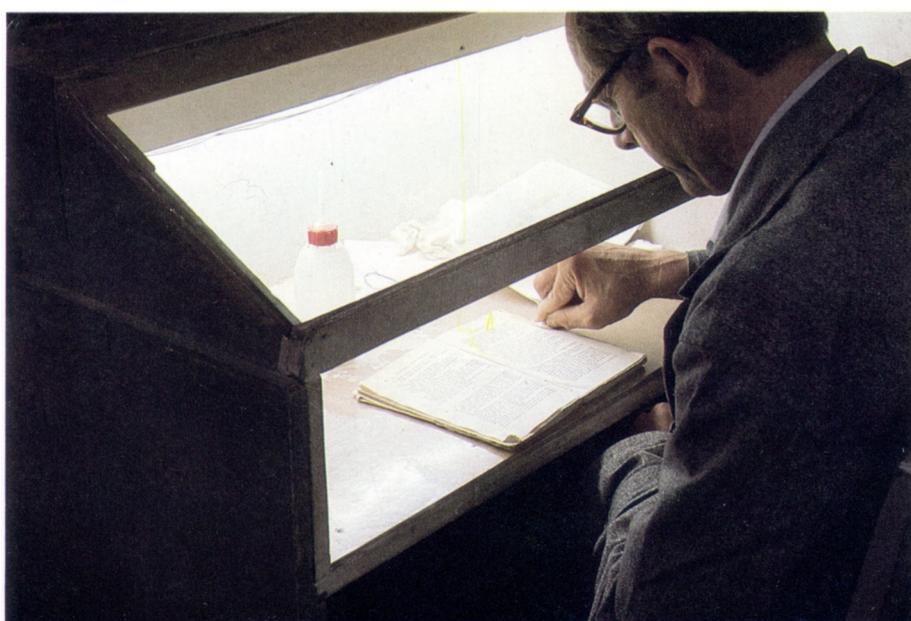


Fig. 19 Smacchiatura con solvente, eseguita per tamponamento all'interno di una cappa aspirante (COPEDE 1991).

Gli idrocarburi si usano quasi sempre in miscele ed esercitano la loro azione principalmente sulle cere, sui materiali grassi e sui residui più tenaci di nastro adesivo, che con il tempo diventano untuosi e ingialliscono. A contatto con tali solventi, i vecchi scotch si ammorbidiscono e rigonfiano rendendo così agevole la rimozione mediante spatole o bisturi³², sempre che la carta non sia stata resa troppo fragile dall'uso incauto di questi nastri, i quali, se sono ad uno stadio avanzato di degrado, diventano così rigidi da rendere impossibile la loro rimozione. Gli eteri di petrolio, la trementina, il

³² Esempi di questi trattamenti sono in FEDERICI, HEY, SERENA DI LAPIGIO 1984, pp. 70-73.

benzene, il toluene e lo xilene hanno alti livelli di tossicità, soprattutto il benzene è ormai quasi completamente sostituito dai suoi derivati: xilene e toluene. Per eliminare le macchie causate dai nastri adesivi, è utile anche l'acetone, liquido assai volatile e infiammabile, appartenente alla classe dei chetoni.

Fra gli alogeno derivati, molti presentano notevoli proprietà solventi nei confronti delle materie grasse. Utilizzati per la carta sono soprattutto il cloroformio e il tricloroetilene [fig. 20].

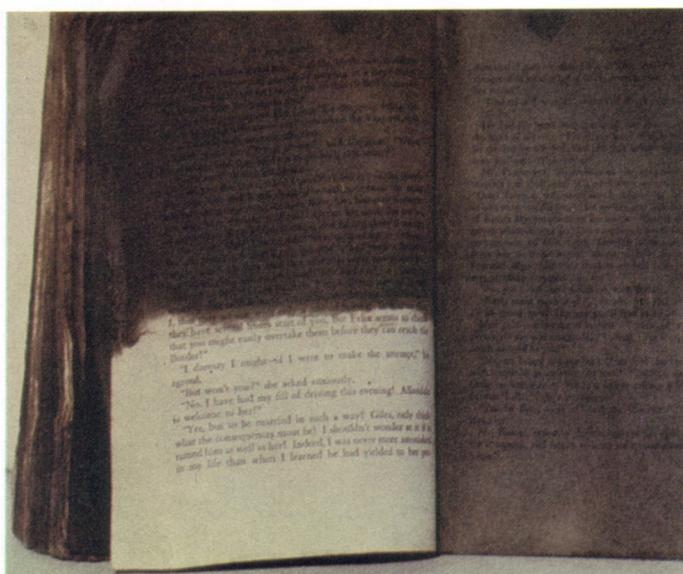


Fig. 20 Il libro fu investito dalla nafta durante l'alluvione di Firenze. La parte pulita è stata smacchiata con un tampone imbevuto di tricloroetilene (COPEDE' 1991).

Se il solvente viene adoperato a contatto con colori o inchiostri, deve essere naturalmente eseguito un test preventivo di solubilità che accerti la sua inerzia rispetto a tutti i pigmenti interessati

all'azione. Tale prova deve essere eseguita anche per un eventuale lavaggio in acqua³³.

La tecnica più utilizzata per la smacchiatura è quella del tampone imbevuto di solvente con il quale viene bagnata la macchia da trattare. Essendo i solventi organici piuttosto volatili, per favorire la solubilizzazione della macchia si prolunga il contatto tra il solvente e la macchia, ponendo sotto l'opera una polvere assorbente che facilita l'assorbimento della sostanza da eliminare. Per evitare poi il pericolo della ritenzione delle polveri tra le fibre della carta³⁴, si frappa una carta assorbente fra l'opera e la polvere. Nei casi auspicabili in cui fosse invece sufficiente solo un passaggio veloce del solvente, si pone l'opera sopra la tavola aspirante, azione che favorisce l'evaporazione del solvente ed evita il pericolo di formazione di aloni durante l'asciugatura. Quest'ultima è una fase molto delicata poiché se un disegno si lascia asciugare all'aria libera il supporto si ondula.

Per le tecniche grafiche che non temono un appiattimento, è d'uso, dopo aver umidificato il verso, porle sotto peso tra due spesse carte assorbenti e il tutto tra due o più cartoni assorbenti. Un foglio di carta giapponese si pone fra il recto dell'opera e la carta assorbente, e ogni carta viene sostituita in modo regolare durante l'asciugatura,

³³ Si carica una micropipetta Pasteur con il solvente o l'acqua e si fanno cadere un paio di gocce sul colore da testare, avendo cura che la zona prescelta sia la zona, dal punto di vista teorico, più periferica possibile. Si attende qualche secondo, e si preme l'area con una strisciolina di carta verificando che non siano state asportati residui di colore. La parte si bagna poi una seconda volta, e se pure l'esito della prova fosse positivo, ciò non deve esimere dal prestare particolare attenzione nell'eventualità di un bagno in immersione, cura che dovrà essere estrema, soprattutto nella fase dell'asciugatura, durante la quale potrebbe determinarsi lo spostamento di qualche inchiostro o colore. Il procedimento è accuratamente descritto in FEDERICI, ROSSI 1983, p. 60 e FEDERICI, HEY, SERENA DI LAPIGIO 1984, p. 67.

³⁴ Per questo motivo non si consiglia di utilizzare il talco, molto usato in passato per questo scopo.

che non deve durare meno di 48 ore. Un errore molto frequente in passato era quello di porre l'opera troppo a lungo sotto pressa: già bagnandole, le fibre della carta si allungano, e se sono tenute troppo sotto pressa si allungheranno in modo tale da non poter tornare più come prima.

Per le tecniche più delicate, la cui materia non può essere in alcun modo pressata, si usa il sistema giapponese dei falsi margini³⁵, tecnica che diversi restauratori preferiscono utilizzare in tutti i casi. Essa spiana le opere su carta con forza omogenea e graduale evitando l'uso di pesi e presse.

Lungo il perimetro del foglio da spianare vengono leggermente sovrapposte al verso dell'opera delle strisce di carta giapponese dell'ampiezza sufficiente a creare la forza tirante desiderata e della stessa grammatura dell'originale [fig. 21]. L'ampiezza dei falsi margini dovrà essere comparata alle dimensioni e al tipo di carta da distendere. Non supererà, in ogni modo, i 10-12 cm., per lato, giacché oltre questa misura sarebbe difficile ottenere un tiraggio omogeneo.

Incollati i margini al verso per una piccola porzione perimetrale e con una minima quantità di collante³⁶, s'inumidisce il verso dell'opera per nebulizzazione e s'incollano i margini in tutta la loro

³⁵ Antica e gloriosa è la tradizione dei giapponesi nel restauro dei dipinti su carta e su seta. La loro esperienza col materiale cartaceo si estende a molti oggetti della vita quotidiana (basti pensare alla continua manutenzione dei pannelli di carta usati come divisori parietali), ed è tale la fama delle tecniche giapponesi da aver portato diversi restauratori del settore cartaceo a formarsi nel paese nipponico. Il Prof. Katzuhiko Masuda ha per anni tenuto un corso periodico sulle tecniche di restauro giapponesi presso l'ICCROM di Roma, contribuendo in maniera decisiva alla loro diffusione nel nostro paese.

Per le diverse applicazioni del sistema dei falsi margini cfr. MONTALBANO 1992.

³⁶ Alla carta giapponese non vengono aggiunti collanti durante la sua fabbricazione, per cui con estrema facilità aderisce a tutte le superfici cartacee o pittoriche. Cfr. qui al paragrafo II.6.

ampiezza su un pannello di supporto che i giapponesi chiamano *karibari*: un telaio di legno ricoperto con dieci strati di carta giapponese di diverso tipo su entrambi i versi [fig. 22].

Le carte si lasciano asciugare in ambiente controllato. Ottenuto il tensionamento, si stacca il foglio dal telaio e si asportano i margini.



Fig. 21 Applicazione dei falsi margini di carta giapponese lungo il perimetro di un cartone di cm 282,5 x 178,5.

In Occidente sono state fatte alcune modifiche a questo sistema: si usano innanzitutto telai molto più semplici da costruire, generalmente pannelli di legno foderati con tela di cotone e poi con carta giapponese; i falsi margini sono sempre adoperati per il tensionamento temporaneo, ma molto spesso sono impiegati per il

tiraggio permanente, montando le opere su pannelli rigidi o in passe-partout³⁷.

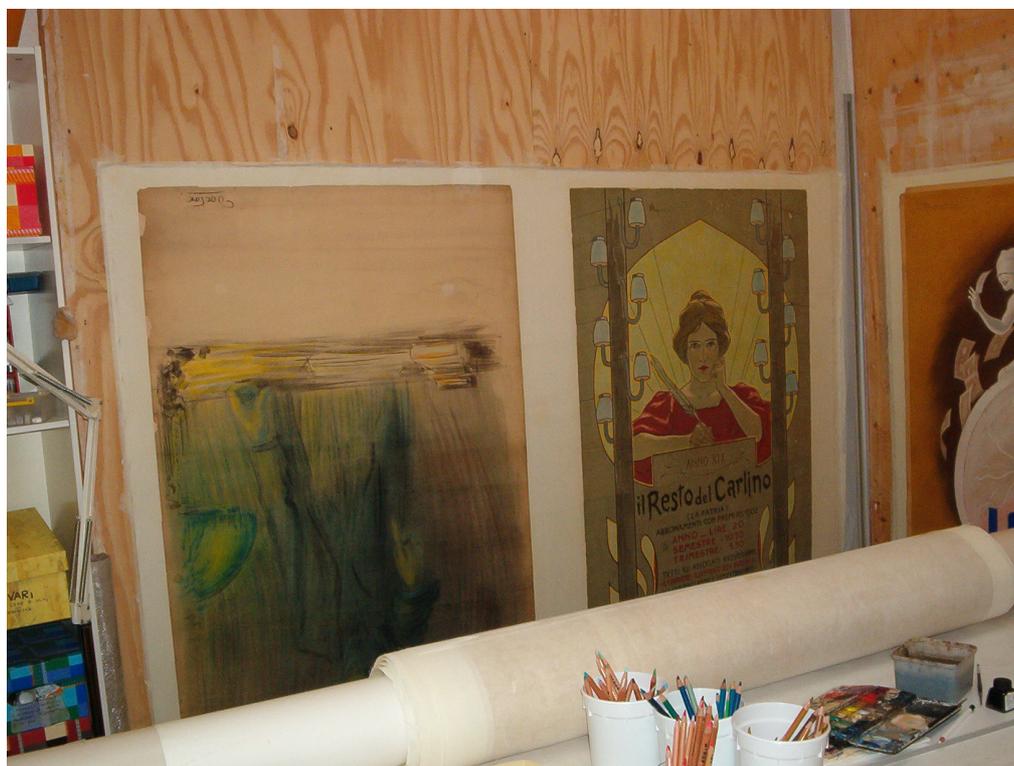


Fig. 22 I manifesti della collezione Bertarelli di Milano in tensionamento temporaneo all'interno dello studio della restauratrice Elena Allodi (cfr. qui al paragrafo IV.3).

Per il tensionamento temporaneo è necessario che il piano rigido di supporto resista alle tensioni che si moltiplicano in fase d'asciugatura e che assorba parte dell'umidità senza creare condensa.

II.3. Sbiancamento

Sciogliendo un solido in un liquido si dà luogo ad una soluzione. Se dopo l'evaporazione del liquido si riottiene il solido

³⁷ Per il montaggio in passe-partout cfr. qui al paragrafo II.5.

chimicamente non modificato (ad esempio facendo evaporare l'acqua nella quale era stato disciolto il saccarosio, si riottiene lo stesso saccarosio di partenza), in tale soluzione si sono verificate delle interazioni di natura intermolecolare fra le molecole del liquido e quelle del solido e dunque il processo di solubilizzazione che avviene è di tipo fisico. Diversamente, se evaporando il solvente non ritroviamo più la sostanza di partenza, le interazioni che hanno agito tra il solido e il liquido durante il processo di solubilizzazione, hanno interessato legami intramolecolari, ossia tra gli atomi che costituiscono una molecola, e il liquido non può essere considerato un solvente in senso stretto, poiché esso interagisce chimicamente col solido, modificandone la composizione. In questi casi il liquido si comporta come reagente e viene detto solvente reattivo.

Il processo di solubilizzazione dei solventi reattivi è di tipo esclusivamente chimico.

La conoscenza del comportamento dei solventi è fondamentale nel campo della conservazione, poiché mette al riparo dall'uso incauto di tali solventi reattivi, e dagli effetti alterativi a carico dei materiali, spesso non constatabili al momento ma solo a distanza di tempo.

Il processo di sbiancamento è un tipico esempio di processo reattivo che sfrutta la reazione di ossidazione. Per l'elevato grado di dannosità che può essere arrecato ai supporti cartacei, esso va subordinato agli esiti del lavaggio e della deacidificazione ed è

consigliabile limitarlo a casi rari, considerato anche l'alto grado di tossicità di tali solventi.

Lo sbiancamento si rivela comunque indispensabile qualora ci si trovi davanti ad una carta particolarmente brunita oppure macchiata da residui di microrganismi.

Dopo l'eventuale intervento di disinfezione, se si ritiene di dover intervenire sul disturbo estetico provocato da queste macchie, si procede con un'azione di sbiancamento locale con un pennello o con un batuffolo di cotone.

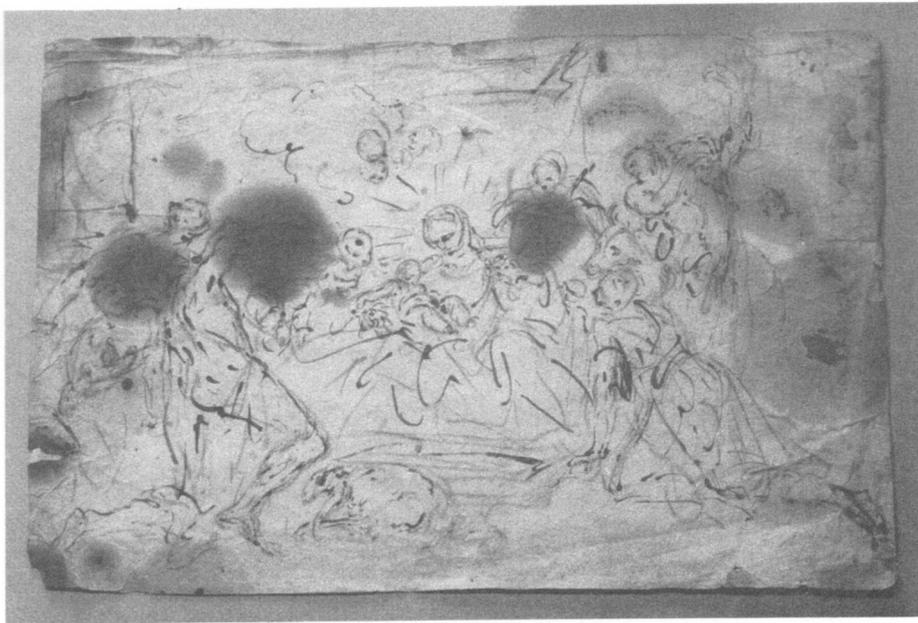
Previo test di solubilità di colori ed inchiostri, il trattamento può anche essere effettuato per immersione totale o anche per imbibizione, attraverso una carta assorbente imbevuta della soluzione sbiancante ed applicata dal verso della carta³⁸.

La soluzione sbiancante più usata è l'acqua ossigenata, la quale, grazie alle sue proprietà ossidoriduttive, è ideale contro le tracce di fango e degli escrementi di insetti, ma non deve superare il 7% di concentrazione.

Fra i solventi di natura acida, ricordiamo l'acido acetico che elimina le tracce di fango e l'acido ossalico che agisce sulle macchie di foxing e di ruggine.

Fra le ammine e i solventi azotati, l'ammoniaca è da considerare la meno pericolosa poiché evapora velocemente, al contrario degli altri prodotti della classe che manifestano una forte ritenzione [figg. 23 e 24]. Fra questi, incisiva contro le macchie di inchiostro di penna a sfera è la dimetilformaldeide.

³⁸ Il procedimento per imbibizione può essere eseguito in ogni trattamento per via umida.



Figg. 23 e 24 Disegno a penna e matita nera con macchie brune di olio prima e dopo il restauro. L'opera è stata sottoposta a smacchiatura meccanica e chimica con ammoniacca (COPEDE' 1991).

Contro le macchie di muffe sarebbe indicato l'uso del permanganato di potassio, mentre per le sostanze organiche agisce il perborato di potassio³⁹.

Ottimi prodotti sbiancanti sono anche l'ipoclorito di sodio e l'ipoclorito di calcio, ma la pericolosità della ritenzione degli eventuali residui, rende consigliabile l'uso di tutti questi prodotti nominati, solo in casi veramente estremi, quando le macchie compromettono totalmente la leggibilità dell'opera. Occorre, infatti, tenere ben presente che una volta avvenuta la reazione chimica non è più possibile riportare l'opera allo stato precedente, dunque si dà intenzionalmente corso ad un processo contrario ad uno dei principi fondamentali della teoria del restauro, ossia la reversibilità dell'intervento.

II.4. Deacidificazione acquosa e non acquosa

Le reazioni chimiche che più danneggiano la struttura della cellulosa sono quelle che portano alla formazione degli acidi. L'acidità della carta è la causa principale del suo invecchiamento e può venire prodotta dagli agenti chimici acidi presenti fra i materiali costitutivi della carta oppure esistenti nell'ambiente in cui vengono conservati i materiali cartacei.

Per valutare la gravità del degrado cui è sottoposta una carta deve esserne misurato il livello di acidità con il pHmetro, strumento che

³⁹ Per l'uso dei solventi reattivi cfr. FEDERICI, ROSSI 1983, pp. 58-59; FEDERICI, HEY, SERENA DI LAPIGIO 1984; MATTEINI, MOLES 1989, pp. 89-135. AGATI 1990, p. 375; COPEDÉ 1991, pp. 101-106; CORRIGAN 1991d.

indica il livello del pH⁴⁰ della carta con scala di valori 0-14 (acidità sotto il 7 e basicità da 7 a 14). La determinazione del grado di acidità è altrimenti ottenibile attraverso le cartine tornasole, ma i metodi empirici, individuabili a livello visivo, tattile e olfattivo, sono spesso sufficienti per convenire a favore di un intervento deacidificante: imbrunimento più o meno uniforme della carta, infeltrimento, odore pungente e trapasso dell'inchiostro sul retro del foglio.

Il grado ottimale di pH della carta è intorno al 7.5, mentre tutta la carta che presenta un pH inferiore a 5 è destinata a deteriorarsi in breve tempo.

La deacidificazione è l'intervento di restauro che ha lo scopo di ridurre il grado di acidità della carta e dunque il conseguente imbrunimento, garantendo anche una riserva alcalina che neutralizzi un'eventuale nuova comparsa di acidi.

Il trattamento può essere eseguito in mezzo acquoso o non acquoso. Il trattamento per via umida si effettua immergendo i fogli in una soluzione ottenuta addizionando all'acqua dei sali o delle sostanze basiche, i più comuni dei quali sono il bicarbonato di calcio e l'idrossido di calcio. Eseguito il lavaggio, i fogli vengono messi ad asciugare generalmente su carte assorbenti o sulla tavola aspirante. L'intervento è fra i più realizzati nei laboratori di restauro, soprattutto per i libri e i documenti d'archivio, eppure, nonostante gli innegabili effetti positivi, anch'esso può indurre reazioni negative inaspettate. Per cui, anche in questo caso, sarà necessario

⁴⁰ pH significa letteralmente 'parte di idrogeno', in quanto gli ioni idrogeno caratterizzano la presenza di acidi.

farsi guidare dal criterio del minimo intervento: si eseguirà, in seguito ad un lavaggio in acqua parzialmente demineralizzata, solo se quest'ultimo non avrà dato risultati soddisfacenti nel disciogliere le sostanze acide.

Il deposito delle sostanze alcaline utilizzate può infatti causare dei danni meccanici conseguenti alla rottura di alcuni legami interfibra, può rendere il supporto più sensibile ai fenomeni di fotossidazione e sciogliere sostanze grasse presenti nei medium grafici. Naturalmente per quanto riguarda i libri dovrà essere valutata l'opportunità o meno di procedere allo smontaggio del libro, necessario, in quanto l'immersione nella soluzione basica acquosa nuocerebbe alle altre componenti del libro. E proprio per questi problemi dei materiali delle biblioteche e degli archivi, si stanno, da anni, sperimentando, soprattutto negli Stati Uniti, metodi di deacidificazione di massa attraverso sistemi gassosi⁴¹ che non prevedono lo smontaggio dei libri foglio per foglio.

I metodi deacidificanti non acquosi non possiedono la stessa efficacia dei trattamenti acquosi, ma sono frequenti le situazioni in cui, una volta identificata la natura degli inchiostri e dei pigmenti, oppure valutato il tipo di supporto su cui aderisce la carta, le caratteristiche sono tali da non permettere l'immersione.

Attraverso carte filtro o tamponi di cotone imbevuti di solventi deacidificanti può essere effettuato il trattamento per imbibizione dal verso dell'opera o sulle zone trattabili del recto. Poiché le soluzioni spray più impiegate sono composti a base di alcool, tale

⁴¹ Cfr. FEDERICI, ROSSI 1983, pp. 234-235; LORUSSO 1996, pp. 68-74.

deacidificazione è anche detta alcolica, mentre i metodi che utilizzano soluzioni gassose non vengono praticati nei laboratori italiani di restauro della carta.

Un problema particolare si pone rispetto agli inchiostri metallo-gallici, inchiostri neri che a seguito di fenomeni degradativi diventano estremamente acidi scolorendosi e degradando il supporto fino alla completa corrosione. Il trattamento di un inchiostro così acido è reso complicato dal fatto che molte sostanze alcaline, che sarebbe necessario utilizzare, possono far ulteriormente schiarire questi inchiostri fino al rischio della completa cancellazione del segno. Intanto, senza procedere ad alcun intervento, il supporto viene condannato alla distruzione, dunque il problema da studiare è identificare una sostanza che intervenga sull'acidità del supporto senza interagire con l'inchiostro.

In assenza di studi risolutivi, i restauratori intervengono su tali disegni con estrema delicatezza, tamponando il verso con soluzioni deacidificanti non acquose. Infine, la controfondatura dell'opera con un foglio a pH neutro, fa in modo che, in buone condizioni conservative, il prodotto alcalino contenuto nei passe-partout riduca l'acido in migrazione senza interagire con gli inchiostri.

II.5. Il distacco dai vecchi supporti e i montaggi dei piccoli formati

Per facilitarne la consultazione o l'esposizione, le opere d'arte su carta hanno sempre richiesto dei montaggi che in qualche modo le proteggessero a causa della fragilità del materiale di cui sono composte.

L'applicazione dei controfondi ai disegni e alle stampe, pur riuscendo ad arrestare certi tipi di danni meccanici, ha d'altra parte apportato un deterioramento causato dall'impiego di materiali non appropriati: supporti acidi e colle di natura organica che hanno provocato l'alterazione del colore delle carte, con macchie, aloni e raggrinzimenti, oltre a rivelarsi fonte di nutrimento per insetti e microrganismi [fig. 25].



Fig. 25 Un acquerello del fondo De Nittis del Museo civico di Barletta controfondato con cartone (FIORANI, DINOIA 1999).

Il distacco dai vecchi supporti e la rimozione del collante sono diventate, dunque, inevitabile prassi di restauro. Ciò almeno per quanto riguarda i disegni e le stampe antiche, poiché, fino alla fine del Settecento, i controfondi delle opere su carta non sono mai stati applicati direttamente dagli artisti, ma sempre dai collezionisti o da vecchi restauratori. L'accertamento, condotto caso per caso, di tale

situazione rende fattibile il distacco di tali supporti, nella considerazione che la preservazione dell'integrità storica dell'oggetto giunto fino a noi è sacrificabile rispetto all'esigenza del prolungamento della sua vita [fig. 26].



Fig. 26 Il vecchio supporto di cartone è stato rimosso (FIORANI, DINOIA 1999).

Problemi di complessa soluzione presentano le opere cartacee intelate dagli stessi artisti, di cui è costellata la produzione figurativa del Novecento. In questi casi, se si procedesse alla loro sfoderatura si finirebbe inevitabilmente per snaturare la scelta degli autori, per i quali i materiali utilizzati per compiere l'azione artistica sono parte integrante dell'opera. In attesa di maturare nuove riflessioni di ordine teorico e nuove esperienze di restauro in

questo settore⁴², è preferibile non intervenire in maniera diretta sulle opere, nella consapevolezza di trovarsi, per questi esempi, ancor più di fronte alla necessità di prevenirne il deterioramento attraverso tutti gli atti di protezione indiretta⁴³.

In ogni caso, anche i distacchi degli antichi supporti non vanno eseguiti a cuor leggero, e ciascuno di essi deve essere accessibile per la consultazione, messo in mostra a fianco all'opera con tutti i dati significativi riportati nella scheda descrittiva del disegno, al fine di evitare la dispersione delle informazioni individuate. In qualche caso, poi, può accadere che, pur separando per sempre dall'opera diverse informazioni storiche, se ne acquisiscono altrettante dal verso del foglio: altri disegni, date o iscrizioni.

I disegni, considerati come semplici strumenti di lavoro fino al Cinquecento, videro da quell'epoca in avanti la loro affermazione come opere d'arte autonome per merito soprattutto del Vasari, il quale diede impulso al collezionismo della grafica affermando che nel disegno era possibile riconoscere il seme di tutte le arti.

Il metodo di conservazione, più antico e più praticato fino al secolo XIX, fu quello della raccolta negli album: le opere erano fissate ai fogli di volumi rilegati e ciascuna era incorniciata con decorazioni di grande effetto che oggi costituiscono l'indizio più evidente circa la loro provenienza collezionistica. È stato, difatti, raro il ritrovamento di tali album, a causa degli smembramenti che nei

⁴² Solo in anni recenti sono maturate in Italia le prime teorie e le prime esperienze di restauro dell'arte contemporanea. Per una bibliografia fondamentale sull'argomento cfr. ALTHÖFER 1980; DE MARCO 1990; RIGHI 1992; ANGELUCCI, RYLANDS 1992; CASTELLANO 1993; SCICOLONE 1993; ANGELUCCI 1994; RICHMOND 1994; BONSANTI 1994; PAGLIANI 1995; BONSANTI 1997; FELICI 1999; RAVA 2000; DE BONIS 2000; BELLUCCI, CIATTI, FROSININI, PARRI, SOSTEGNI 2002; SCICOLONE 2003.

⁴³ Cfr. qui al paragrafo I.4.

secoli hanno subito da parte dei mercanti e dei collezionisti; i primi per la convenienza economica a vendere i pezzi separatamente, i secondi per la smania di creare nuove montature dopo aver distrutto quelle dei predecessori.

Altro metodo di conservazione dei disegni è stato quello del sistema a cartelle, ossia del montaggio delle opere su supporti di cartoncino liberi da rilegatura e inseriti in cartelle. Questa maniera pare risalire alla Francia della prima metà del secolo XVII e poi adottata in Inghilterra e in Olanda, mentre in Italia tale sistema appare sporadicamente.

Le collezioni di stampe, fino all'inizio del XIX secolo, venivano anch'esse raccolte in album e incollate per intero, lungo i bordi o per gli angoli, con conseguenze non trascurabili: per guadagnare spazio si eliminavano i margini e le stampe troppo grandi venivano ripiegate per farle entrare nel volume.

La scorretta esecuzione dei montaggi ha una notevole responsabilità nel deterioramento di tutti i prodotti artistici su carta. Non solo, infatti, erano scadenti i materiali su cui venivano montati, ma era anche scorretta la metodologia con cui venivano fissati al supporto. Quest'ultimo era in genere di carta o di tela, molto raramente di legno o di metallo.

Spesso ritroviamo le opere incollate completamente o lungo il perimetro, con gravi danni subiti a seguito di ondulazioni e di lacerazioni. Infatti, a causa della forte igroscopicità, la carta è un materiale che subisce notevoli mutamenti dimensionali in conseguenza delle variazioni termoigrometriche. Onde evitare le

tensioni meccaniche, sarebbe stato necessario montarle in modo da concedere sufficiente libertà di movimento, fatto di cui in passato non si è tenuto conto.

Le carte intelate, in uso in particolar modo nell'Ottocento, presentano in maniera ancora più grave questi problemi conservativi. Carta e tela hanno infatti movimenti opposti: in ambiente umido la prima si distende per poi contrarsi asciugandosi, la seconda si restringe per poi estendersi in ambiente secco. Tali trazioni differenti dei materiali provocano facilmente increspature e rotture. Inoltre, la granulosità della tela apporta variazioni alla superficie della carta, e la qualità e la quantità di colla adoperata per fare aderire la carta al supporto possono modificare la sua originaria morbidezza.

Queste opere costringono a distacchi che si possono rivelare rischiosi per le carte troppo fragili.

Se la tecnica grafica e la carta sono in grado di resistere agli attriti, si adotta la sfoderatura a secco, che consiste nell'assottigliare con un bisturi la carta, la tela o il cartone di montaggio fino allo strato di colla. Questa è la tecnica che generalmente si preferisce adottare quando il supporto è di tela, poiché, anche quando la carta è molto fragile, si può far ricorso al lento distacco filo per filo.

Nei casi in cui il medium grafico e la carta sono troppo fragili, e soprattutto nei casi in cui il controfondo è di carta, si procede con metodi semi-umidi, mediante trattamento in bagno completo oppure mediante enzimi.

Fra i metodi semi-umidi si può adottare quello della umidificazione capillare attraverso una nebulizzazione dal verso dell'opera: umidificazione a freddo che può essere eseguita anche mediante un apparecchio a ultrasuoni. Nei casi in cui la colla utilizzata sia sensibile al calore (per esempio la gelatina), con lo stesso strumento si può sfruttare il metodo più aggressivo del vapore caldo [figg. 27 e 28].



Fig. 27 L'opera viene sfoderata a secco dopo aver fatto rigonfiare la colla mediante una vaporizzazione di alcool etilico e acqua (FIORANI, DINOIA 1999).



Fig. 28 Vengono asportati con il bisturi il cartone e i residui di colla (FIORANI, DINOIA 1999).

Un gel acquoso a base di metilcellulosa permette ugualmente un'umidificazione lenta e controllata della superficie, contrariamente al metodo mediante immersione completa in acqua tiepida.

Gli enzimi sono una classe di sostanze, ciascuna delle quali ha una capacità specifica che gli permette di attaccare un solo tipo di adesivo per decomporlo. Vengono usati in bagno o in gel e la scelta viene effettuata sulla base dell'accertamento del tipo di collante da

trattare, ma devono sempre essere adoperati con molta attenzione. Il dottor Giancarlo Lanterna, chimico dell'Opificio delle pietre dure di Firenze, ci ha riferito a questo proposito:

Gli enzimi sono specifici per classi di composti: ci sono enzimi proteolitici che funzionano per le proteine, enzimi lipolitici che funzionano su grassi, enzimi glicolitici che funzionano sui supporti zuccherini di cui fa parte anche la cellulosa. Non si può escludere che, prima di esaurire la spinta, gli enzimi continuino a lavorare anche sulla carta. Dunque, bisogna fare molta attenzione a lavorare con gli enzimi, anche quando si usano localmente. Se, per esempio, ci sono tracce di colla animale su un supporto allora funziona l'enzima proteolitico, ma prima di procedere alla pulizia bisogna assicurarsi di non trovarsi in presenza di colori legati con prodotti a base di uova, frequentemente presenti nelle pitture: l'enzima andrebbe a lavorare anche sul legante⁴⁴.

Per neutralizzare l'azione degli enzimi non eliminati, si rende necessario un risciacquo finale, mediante bagno o eseguito localmente con impacchi a base di acqua e alcool. In caso d'intolleranza al bagno del medium grafico, si può adoperare una spatola metallica poiché il metallo ferma la spinta enzimatica.

L'uso di tali metodi deve, comunque, essere preso in esame solamente nei casi in cui la rimozione dell'adesivo residuo presenta rischi elevati se eseguita a secco o con mezzi acquosi.

Dopo il distacco, occorre infine aver cura della spianatura dell'opera e della sua asciugatura a temperatura ambiente⁴⁵.

Fase finale è quella del nuovo montaggio dell'opera. Per i piccoli formati, nei laboratori di restauro italiani ci si orienta, concordemente, montando le opere all'interno di passe-partout. Ma anche i montaggi eseguiti in restauri relativamente recenti possono

⁴⁴ L'intervista integrale a Giancarlo Lanterna è qui in Appendice.

⁴⁵ Per le tecniche di spianatura e asciugatura cfr. qui al paragrafo II.2.

rivelarsi inadeguati in quanto da non molti anni sono in commercio i cartoncini e i contenitori a pH neutro, gli unici considerati oggi idonei per la conservazione della carta, e solo da una quindicina d'anni viene comunemente adottata in Italia la tecnica dei falsi margini per fissare i disegni all'interno dei passe-partout, tecnica in uso anche per la spianatura e l'asciugatura dei fogli dopo la loro sottoposizione a trattamenti per via umida⁴⁶: l'opera viene incollata lungo i bordi su un falso margine, che a sua volta sarà fissato sul cartone di supporto con una cerniera di carta giapponese⁴⁷.

I passe-partout e i contenitori a pH neutro sono realizzati con carta durevole, prodotta in Occidente, appositamente studiata per la conservazione del materiale storico-artistico cartaceo. Tale prodotto fu il risultato della crescente attenzione sull'argomento maturata in Italia nel 1983, anno in cui fu recepita la normativa internazionale *in materia di cartoni destinati al restauro ed alla conservazione del materiale soggetto a tutela*. L'Istituto di Patologia del libro di Roma, l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze e le cartiere Miliani di Fabriano collaborarono per la realizzazione dei primi modelli di cartoni a lunga conservazione, le cui caratteristiche fondamentali possono essere così riassunte: contenuto di carbonato di calcio pari ad almeno l'1,5%; materiale fibroso costituito da cellulosa al 100% derivata da cotone; grado di polimerizzazione elevato; presenza di ferro e alluminio contenuta e assenza di rame⁴⁸. Nel 1987 il laboratorio di tecnologia dell'Istituto di Patologia del Libro

⁴⁶ Cfr. qui al paragrafo II.2.

⁴⁷ I diversi metodi di montaggio sono analizzati in JAMES 1991e.

⁴⁸ Tali caratteristiche sono dettagliatamente analizzate in LORUSSO 1996, pp. 119-124.

pubblicò uno studio su tali cartoni prodotti da quattro diverse ditte. Dalle analisi chimiche a fisico-meccaniche effettuate, quello della Miliani di Fabriano risultò il più scadente:

Dai valori registrati nelle prove effettuate, non possiamo che confermare i difetti che sono stati loro attribuiti: essi risultano di gran lunga più deboli degli altri di spessore simile. Infatti quando si decise di fabbricare un materiale con caratteristiche controllate si diede importanza solo alle caratteristiche chimiche senza considerare che il cartone è un materiale in primo luogo di sostegno e pertanto deve possedere requisiti fisici che garantiscano tale funzione⁴⁹.

S'intendeva infatti sfruttare la funzione di sostegno di questi cartoni per la costruzione dei passe-partout, oggi di fondamentale importanza nella conservazione dei disegni di piccolo e medio formato.

Da alcuni anni è notevolmente migliorata la qualità media di tali carte, oggi ampiamente utilizzate per la realizzazione dei passe-partout e delle scatole per contenerli, ma anche per l'integrazione di lacune molto ampie, soprattutto dei supporti moderni, in modo da evitare l'inconveniente del confronto fra superfici troppo differenti sia per colore sia per texture.

II.6. Il risarcimento degli strappi e il trattamento delle lacune

Diversi trattamenti finora esposti mal si conciliano con uno dei concetti chiave della teoria del restauro, ossia il principio della reversibilità. Ad esempio, può essere irreversibile un certo tipo di pulitura poiché asporta dall'opera elementi materiali non recuperabili. Analogamente, sono irreversibili tutti gli interventi che

⁴⁹ ANSALONE, DI MAJO, MITA 1987, p. 152.

conducono ad una reazione chimica nei materiali, così come, in nessuna maniera, potranno ripristinarsi le condizioni originarie in seguito allo smontaggio totale di un'opera dal suo supporto. Al contrario il risarcimento degli strappi e l'integrazione delle lacune possono essere reversibili, in quanto non interferiscono chimicamente con i materiali di cui è costituita l'opera, né vanno ad alterarne la struttura.

Gli strappi e le lacune sono considerati i danni di più grave disturbo dal punto di vista estetico, e, se non risarciti adeguatamente, indeboliscono la carta con aggravamento per lo stato di conservazione dell'opera. Tali risarcimenti sono pertanto fondamentali sia per il suo corretto recupero strutturale sia per la restituzione ad un soddisfacente lettura estetica [fig. 29].



Fig. 29 Le lacune di un manifesto cromolitografato della Collezione Bertarelli di Milano durante una fase del restauro.

Oggi è possibile beneficiare di una vasta scelta di carte per il restauro, tuttavia quelle che maggiormente vengono utilizzate sono le carte giapponesi. Abbandonato da tempo l'uso di carte coeve all'opera⁵⁰, quelle di manifattura giapponese vennero importate per scopi di restauro negli anni Sessanta. Definito in Giappone *washi*, tale raffinato materiale divenne celebre in Europa, durante l'Ottocento, grazie alla diffusione delle stampe *ukiyo*⁵¹. Le sue fibre sono ricavate da piante originarie del Giappone: *kôzo*, *mitsumata* e *gampi*. Ma in verità, in seguito allo spostamento della produzione su livelli industriali, sono state impiegate anche altre sostanze fibrose che hanno conferito alla carta caratteristiche chimico-tecnologiche inferiori rispetto al passato.

L'eccezionale lunghezza delle fibre conferisce loro una resistenza di cui non è dotata alcuna carta occidentale. L'alta percentuale d'emicellulosa le rende flessibili e morbide al tatto come un tessuto, qualità che però le espone alle abrasioni più facilmente delle altre carte. Grazie alla purezza delle sue componenti è resistente ai fenomeni d'acidità, ed infine è ampia la varietà dei toni e delle grammature.

Per la saldatura degli strappi viene sempre scelta una carta molto fine: la più sottile del campionario è la *tengujo*. Se la rottura è recente, gli strappi possono venire saldati con sola metilcellulosa, anche nel caso in cui il taglio sia sfrangiato: s'incolla l'ugnatura e si risistemano le fibre. Quando invece uno strappo è vecchio, le frange

⁵⁰ Recentemente il problema è stato nuovamente affrontato in Francia e negli Stati Uniti con la reintroduzione delle carte antiche.

⁵¹ Le stampe *ukiyo*, realizzate con una tecnica xilografica, fecero la loro prima comparsa verso la metà del secolo XVII.

di solito sono indurite e sporche e mancano frammenti di carta, si procede prima con la pulizia, poi si integra dal verso dell'opera con striscioline di carta giapponese. Se è di vantaggio alla lettura estetica, uno strappo può venir risarcito in maniera meno salda, nel caso, per esempio, di un disegno conservato in passe-partout, mentre nel caso del foglio di un libro, avrà la precedenza la preoccupazione di garantirlo dalle maggiori sollecitazioni meccaniche, cui sarà inevitabilmente sottoposto. Per entrambe le situazioni si tende, comunque, a rendere il più possibile invisibile il risarcimento, al contrario di quello che avviene per il trattamento di una lacuna, intervento che non deve mai essere mimetizzato.

Maurizio Copedé scrive sull'argomento:

Dovendo sostituire un materiale originale, anche se si tratta di un piccolo frammento, si cerca di non falsare in alcun modo la correttezza della lettura e dell'interpretazione del documento: quindi un restauro visibile ma, nello stesso tempo, anche obliterazione della lacuna⁵².

Occorre, dunque, eliminare la percezione della lacuna, in modo da restituire una corretta lettura al fruitore, rendendo nello stesso tempo riconoscibile l'intervento di restauro.

Per lacuna intendiamo la perdita di parte del supporto cartaceo, con conseguente, più o meno forte, indebolimento strutturale. Il trattamento di tale danno avviene in due fasi: la prima riguarda l'integrazione materica finalizzata al recupero strutturale, la seconda l'integrazione cromatica finalizzata al completo recupero estetico, non sempre ottenibile con la sola integrazione cartacea.

⁵² COPEDÉ 1991, p. 114.

Per l'integrazione materica delle lacune si sceglie una carta della stessa grammatura e del colore più possibile simile all'originale [fig. 30]. In genere per le superfici rugose si adoperano carte tipo *Morita*, *Takogami* oppure *Shibori*, mentre per i supporti lucidi (molto diffusi dal XIX secolo) si preferiscono la *Gifu* e la *Gampi*.



Fig. 30 Preparazione di una sagoma per la reintegrazione di una lacuna (COPEDE 1991).

L'integrazione cromatica potremmo definirla come una 'rimessa in tono' delle parti perdute, poiché non deve mai essere finalizzata alla ricostruzione del tratto grafico, ma occorre che si fermi all'imitazione della morfologia cromatica della carta da integrare. Tale trattamento, fondato in passato sulla nozione di 'neutro', introdotta come è noto da Cesare Brandi⁵³, ha dato luogo a seri problemi interpretativi, originati in seguito al fraintendimento del

⁵³ Cfr. BRANDI 1963.

neutro come colore. Identificati il grigio ed il color sabbia come i colori che più si avvicinavano al concetto di neutro, furono utilizzati a man bassa per l'integrazione cromatica, senza porsi il problema del rapporto con l'originale. Il risultato fu pessimo, arrivando addirittura ad accentuare i vuoti delle lacune e peggiorando, dunque, la leggibilità di quel che restava dell'originale.

Oggi, anche per le opere grafiche, nella fase della reintegrazione cromatica si usano il sottotono e il tratteggio. La prima tecnica viene realizzata con colori ad acquerello o pastello in toni meno sostenuti rispetto alla cromia originale, mentre la velatura a tratteggio viene eseguita attraverso tratti di colore particolarmente fini e segue l'orientamento della vergatura della carta, restituendo così, con soluzioni non figurative, il senso di profondità: la percezione della lacuna diminuisce se la qualità del tratteggio è tale da creare negli occhi dell'osservatore una sorta di integrazione di colori di tipo impressionista.

II.7. La foderatura e il montaggio dei grandi formati

Esemplare, per definire la foderatura, è il termine «doublage» (raddoppio) usato dai francesi, poiché la sua funzione precipua è di prestare sostegno ad un supporto irreversibilmente degradato.

Come è noto, nel restauro dei dipinti si è fatto largamente abuso di tale tecnica, utilizzata senza discernimento sin dal XVIII secolo, mentre oggi si fa ricorso a quest'intervento con maggiore consapevolezza degli svantaggi in esso insiti. Eseguendo una

foderatura, il restauratore procede infatti all'applicazione di una protesi, e anche se l'avvento di nuovi materiali e di nuove tecnologie permettono attualmente di garantire il buon esito di tale trattamento, lo si limita ai casi critici, quando la tela originale, chimicamente e fisicamente degradata, non è più in grado di assolvere il proprio compito di supporto. Dunque, la foderatura resta un intervento conservativo di estrema importanza, ma è stata raggiunta la piena consapevolezza che ogni scelta di questo tipo condanna inevitabilmente l'opera alla perdita di una parte importante della sua identità.

Le opere su carta hanno beneficiato dei progressi realizzati nel restauro dei dipinti su tela, ma li hanno anche in qualche modo subiti, poiché in maniera poco critica è stato trasferito sulle opere cartacee ciò che era stato appreso dall'esperienza dei dipinti. Inoltre, a causa della fragilità della materia, il supporto grafico è sempre stato foderato con molta facilità ad opera di incorniciatori, restauratori, collezionisti o degli stessi artisti. Solo negli ultimi anni, i restauratori hanno concordato sulla necessità per le opere su carta, di rimanere, per quanto possibile, libere da ogni inutile foderatura. Grazie all'apprendimento di alcune tecniche giapponesi, il montaggio di restauro, almeno per le opere di piccolo formato, è stato codificato nei principi generali con modalità atte ad evitare la foderatura con tela⁵⁴; rimane invece tuttora controversa la questione dei grandi formati.

⁵⁴ I piccoli formati vengono controfondati solo con carta giapponese. Cfr. qui al paragrafo II.5.

Per queste opere, il vecchio supporto è costituito in genere da una tela di cotone o di lino, per le quali, la condizione di degrado viene definita attraverso accurate analisi chimiche e biologiche. Dal punto di vista chimico il loro stato di salute si evince dalla misurazione del grado di polimerizzazione, mentre l'osservazione di un campione di tela al microscopio ottico e/o elettronico serve principalmente a rivelare la presenza di attacchi biologici. Di recente, importanti innovazioni tecnologiche hanno, poi, fatto in modo che l'analisi distruttiva cedesse il passo allo sviluppo di nuove strumentazioni di analisi non distruttiva, realizzate attraverso apparecchiature portatili che possono effettuare in situ gli esami necessari.

Rispetto alle normali condizioni di degrado delle opere cartacee, lo stato di conservazione di quelle intelate è aggravato dalle tensioni fisiche generate dal contatto fra materiali differenti come la carta e la tela⁵⁵, e dai collanti utilizzati per far aderire i due supporti (adesivi naturali di origine animale o vegetale).

I pareri divergenti che emergono a proposito della foderatura o meno dei grandi formati, si esplicitano ulteriormente, anche all'interno dei medesimi laboratori, sui materiali da utilizzare per l'eventuale foderatura: tele sintetiche o naturali e adesivi naturali, semi-naturali o di sintesi chimica⁵⁶.

⁵⁵ Per le conseguenze derivanti dal contatto fra la tela e la carta cfr. qui al paragrafo II.5.

⁵⁶ Le caratteristiche degli adesivi utilizzati per la foderatura sono illustrate ai paragrafi III.4., III.5. e III.6.

Chi sceglie di non foderare con tela⁵⁷, dopo aver distaccato il vecchio supporto, procede all'applicazione, lungo il perimetro dell'opera, dei falsi margini di carta giapponese di grammatura simile all'originale, quindi, esegue la velatura del verso (margini compresi) con carta sottile (in genere la *tengujo*) e, in un secondo momento, la foderatura con carta di media grammatura, preoccupandosi non solo delle proprietà chimiche e fisiche della carta prescelta, ma anche del suo aspetto, affinché le caratteristiche visibili di tonalità e di opacità o lucidità siano il più possibile simili a quelle della carta dell'opera. Dopo l'eventuale integrazione cromatica, viene tenuta per circa un mese in tensionamento su un supporto rigido per le delicate fasi della spianatura e dell'asciugatura, e, infine, viene posta sul pannello definitivo, che per questo tipo di montaggi è spesso a nido d'ape d'aerolam⁵⁸, rivestito di carta durevole per la conservazione [figg. 31 e 32].

L'opera è fissata al pannello solamente attraverso i falsi margini e grazie a sistemi ingegnosi, quali i margini curvi rialzati del pannello, si fa in modo che non venga mai a diretto contatto con il supporto. Tali montaggi da esposizione vengono completati con una cornice di legno per dare maggiore stabilità al complesso⁵⁹.

⁵⁷ I più noti sostenitori di tale intervento sono i restauratori dell'Istituto di Patologia del Libro di Roma; i restauratori dell'Istituto Nazionale della Grafica di Roma; Karmen Corak Rinesi, restauratrice della Galleria d'arte moderna di Roma e Christine Borruso, attiva come libera professionista a Roma.

⁵⁸ Materiale costituito da due fogli di vetro resina o alluminio racchiudenti uno strato alveolare di alluminio dello spessore di 1 cm circa. La sua caratteristica è la stabilità nella struttura fisica e chimica, la resistenza e la leggerezza.

L'aerolam è un materiale che si usa, fra l'altro, per rivestire l'interno degli aeroplani, poiché è indeformabile e insensibile alle variazioni d'umidità e temperatura.

⁵⁹ Quattro diversi metodi di foderatura e di montaggio senza l'uso della tela sono descritti in BORRUSO, ČORAK RINESI 1999.



Fig. 31 Pannello in aerolam.

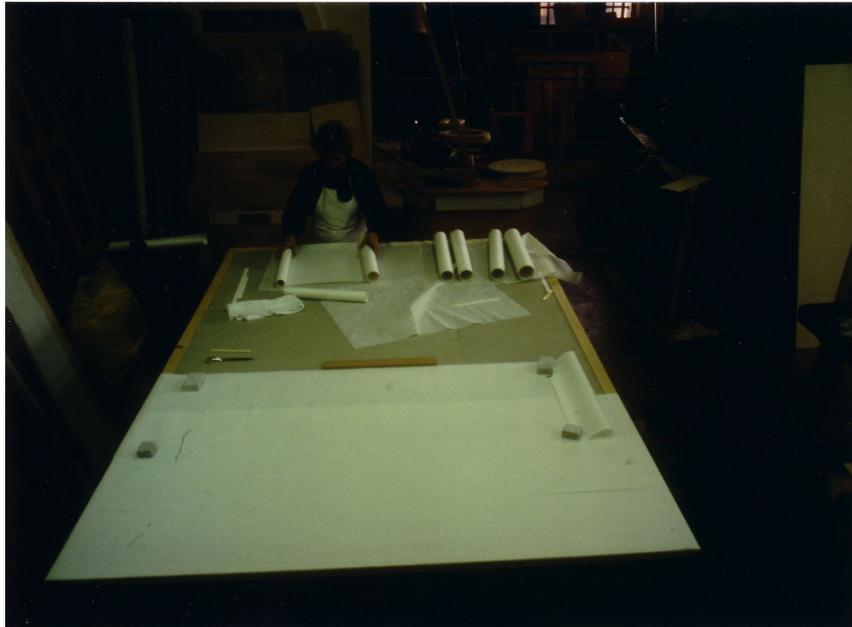


Fig. 32 Pannello in aerolam durante il rivestimento con carta permanente Canson secondo il metodo giapponese Minokake.

I laboratori di restauro che hanno sposato il principio di non foderare con tela i grandi formati, sono stati mossi soprattutto dalla formazione di scuola nipponica che alcuni di essi hanno ricevuto direttamente in Giappone o che hanno appreso a Roma attraverso i corsi dell'ICCROM⁶⁰. Presso il laboratorio romano di Patologia del Libro, maggiore Istituto italiano di riferimento del settore, non di rado vengono restaurate stampe o carte geografiche di grandi dimensioni, e a proposito della «Carta d'Italia» di Matteo Greuter della Biblioteca Braidense di Milano, stampata a Roma nel 1647 e restaurata da Patologia del Libro nel 2002⁶¹, la restauratrice, che ne era stata la protagonista, ha dichiarato la sua opinione contraria alla foderatura, con parole che condensano alcuni elementi fondamentali di scontro fra impostazioni diverse:

A mio parere, il problema dei restauratori che usano foderare la carta con la tela è che sono condizionati dalla formazione che si riceve nel restauro dei dipinti. L'Opificio di Firenze è infatti nato per i dipinti e ancora oggi si occupa soprattutto di dipinti. Per noi il supporto fa parte dell'opera (spesso il pigmento viene steso senza preparazione intermedia), mentre la materia che a loro interessa realmente è solo il pigmento con l'eventuale preparazione sottostante, poiché è quello che considerano principale portatore del messaggio artistico: il supporto cartaceo è del tutto sottovalutato. In conseguenza di ciò, la foderatura di restauro è eseguita come quella di un dipinto, provocando una modificazione alle caratteristiche della carta. I problemi di montaggio vanno risolti studiando dei telai particolari che permettano l'esposizione delle opere senza ricorrere alla sovrapposizione di più materiali, azione che col tempo crea i danni che ben conosciamo. Per esempio per la carta d'Italia è stato scelto come supporto l'aerolam, un materiale molto leggero, tenuto fermo su un telaio di legno. Sulla stampa

⁶⁰ Cfr. qui alla nota 19.

⁶¹ Il tedesco Matteo Greuter fu per formazione artistica un incisore di bulino, ma nelle sue opere cartografiche, come questa, preferì utilizzare l'acquaforte con riprese a bulino. La stampa, che abbiamo potuto vedere durante la fase del distacco dalla vecchia tela di canapa ottocentesca, è costituita da 12 pannelli, rientrando certamente nelle dimensioni per essere definita opera di grande formato.

sono stati applicati dei falsi margini di carta giapponese attraverso i quali la stampa è tenuta al telaio: lo scopo di questi montaggi è lasciare la carta il più possibile libera nei suoi movimenti naturali.

Con il tempo abbiamo capito che a creare gravi problemi alla carta è proprio il contatto con la tela, e se si parte dalla convinzione che solo la buona conservazione del supporto può permettere la sopravvivenza dell'opera, è assurdo continuare ancora a ricorrere a questo mezzo!⁶²

Altri operatori, di medesimo conclamato prestigio, ritengono, invece, che per le opere di grande formato non vi sia altra scelta che procedere alla foderatura di restauro con tela, limitando la problematica ai materiali da scegliere⁶³. Le tele e gli adesivi utilizzati oltre ad avere una buona resistenza meccanica e chimica, dovrebbero poi rendere la foderatura quanto più morbida possibile e reversibile.

Questo tipo di intervento offre naturalmente più solidità all'opera ed in maniera più tradizionale può essere risolto il problema espositivo, senza porsi troppe preoccupazioni sulle condizioni della sua conservazione futura. A questo proposito, due restauratrici dell'Opificio delle Pietre Dure hanno esposto le ragioni a sostegno dell'utilizzo della tela:

La decisione di foderare si prende in relazione alle condizioni dell'opera e tenendo conto di come dovrà essere conservata. Non esistono delle misure standard superate le quali parliamo di grande formato. Certo una stampa di 4 m. X 5m. non si terrà mai senza foderarla (...) Il problema è che se si restaura un grande formato per esporlo si può anche non foderarlo studiando un adeguato montaggio su pannello, ma se non si

⁶² Passo tratto da un colloquio avuto nel marzo 2005 con una restauratrice dell'Istituto di Patologia del Libro di Roma.

⁶³ Sostenitori della foderatura con tela sono i laboratori dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze che, avendo potenziato il settore cartaceo, ormai da molti anni formano numerosi restauratori in questo ambito.

sa dove andrà quest'opera e come sarà conservata, c'è bisogno di dare una maggiore protezione alla carta. Ecco perché preferiamo foderare.

Sui grandi formati c'è poi il problema del tensionamento della tela. Il telaio non riesce a fare il suo lavoro di tensionamento in modo adeguato per i grandi formati: il montaggio su pannello serve anche ad evitare il rischio del movimento dell'opera.

È ovvio che, potendo, sarebbe meglio evitare la foderatura con la tela. E comunque bisogna avere esperienza di foderatura su tela, operazione di restauro non facile. Per esempio, i restauratori della carta giapponesi o formatosi in Giappone non hanno alcuna esperienza di foderatura della carta con tela.

Noi, fin dove possiamo, foderiamo solo con carta giapponese e carton plum. Per esempio, abbiamo recentemente restaurato per la Galleria di Modena due cartoni di Guido Reni di 1 m. e 20 cm. X 1 m. e 20 cm: opere di dimensioni del genere non hanno alcun bisogno di essere intelate, si reggono da sole.

Per i manifesti moderni c'è invece la tradizione consolidata di montarli su tela perché li si conserva o arrotolati o li si mette in cornice. Ma noi lavoriamo essenzialmente sull'antico⁶⁴.

Stimolata sullo stesso argomento, anche Nathalie Ravanel, restauratrice di ambito privato e di consolidata fama per il restauro dei grandi formati, ha espresso un'opinione analoga:

Io uso molto spesso gli acrilici come adesivi e le tele di rifodero in poliestere per un problema di conservazione e di manutenzione, perché sulle carte, in particolare se di grande formato, non c'è controllo o è molto difficile che ci sia. Basta pensare ad una carta da parati rimessa su un muro: come si fa a controllare se non si infila un insetto? Dunque, in questi casi, si rifoderano le carte con tele sintetiche al 100% o in alta percentuale di poliestere. Queste tele sono più resistenti alla trazione, poiché registrano in ambiente umido un movimento solo minimo.

Lo stesso metodo può essere applicato anche per formati molto minori come i manifesti: tutto dipende da come sono conservati. Se sono tenuti in cassettiere, le carte sono tenute riparate in un luogo chiuso, dunque la conservazione è buona e il controllo è più facile e basta che sia annuale; quando sono appesi in rastrelliere li si va a guardare molto di meno; quando invece sono in esposizione al muro nessuno va a

⁶⁴ Intervista a Michela Piccolo e Letizia Montalbano, Firenze 18 giugno 2005, cfr. qui in Appendice.

guardare cosa succede. Dipende poi anche dalla quantità della collezione. Se un collezionista ha una sola carta geografica sta attento perché è l'unica. Il discorso cambia totalmente già se ce ne sono 20 o 30. Molto forte il problema di chi cura la collezione: ha la sensibilità e la competenza per averne cura? Il discorso vale anche per i direttori dei musei. Ci può essere un direttore molto attento mentre sto facendo un restauro, ma chi sarà il suo successore? Il restauro non può avere 10 anni di vita, io spero che ne abbia almeno 80-100 come fanno in Giappone⁶⁵.

La tela in cotone, molto usata in passato, è stata all'estero quasi del tutto abbandonata a vantaggio della tela sintetica, essendo ben noti i danni prodotti dalla foderatura classica, a causa dei notevoli movimenti di restringimento e di allargamento cui è soggetto il tessuto naturale a seconda dell'andamento delle stagioni. In Italia invece resiste questa consuetudine⁶⁶, sostenuta dalla considerazione che i danni erano causati dalla scorretta tecnica di foderatura condotta con abbondante adesivo, a base di farina animale, che nessuno utilizza più. Essi, inoltre, affermano che i vantaggi nell'utilizzo del cotone vanno ricercati proprio nell'approfondita conoscenza che si ha delle reazioni di tale materiale a contatto con la carta, al contrario di quello che si può dire per le tele sintetiche, e si battono per il controllo dei parametri ambientali, la cui mancata sorveglianza è alla radice dei danni subiti da queste opere.

Per la tela in tessuto naturale è molto importante il modo in cui viene fissata al telaio: non deve essere troppo tesa in modo da non ostacolare il suo naturale movimento. In inverno l'opera sarà soggetta ad ondulare ed in estate a tendersi, ma se la preparazione

⁶⁵ Intervista a Nathalie Ravel, Firenze 7 giugno 2005, cfr. qui in Appendice.

⁶⁶ Molti restauratori privati procedono con la tela di cotone, tradizione consolidata anche all'interno di alcune celebri strutture museali dotate di un laboratorio di restauro della carta, come il Gabinetto disegni e stampe degli Uffizi e il Gabinetto disegni e stampe di Capodimonte.

della tela e del telaio è fatta bene, le opere non subiscono alcun tipo di danno. Fondamentale è dunque il fatto che le fibre della carta che si sono ristrette in inverno, perché più cariche d'acqua, abbiano lo spazio per riallungarsi in condizioni climatiche più secche. Un allungamento proporzionale al restringimento che viene garantito, mantenendo negli ambienti per la conservazione, condizioni ambientali piuttosto costanti.

La tela di cotone presenta inoltre un effetto estetico notevolmente migliore rispetto alla “freddezza” della tela in poliestere, ma va rilevato come perduri in diversi ambienti l'errata convinzione che il cotone, per la purezza della sua composizione chimica (maggior contenuto di cellulosa senza alcun residuo di lignina [fig. 33]), debba essere più compatibile con la carta rispetto ai materiali sintetici. Il concetto di compatibilità è infatti impropriamente accostato al concetto di somiglianza, mentre due materiali sono compatibili solo se lo sono chimicamente. Lo stesso discorso avrà validità per gli adesivi.

Viene definita fibra tessile qualsiasi materia prima costituita da sostanze filiformi con specifiche caratteristiche di flessibilità, lunghezza e resistenza che permettono la sua trasformazione in filati e tessuti mediante successive lavorazioni meccaniche⁶⁷.

Le fibre si classificano, poi, secondo la loro derivazione, in fibre di origine animale, le cui macromolecole sono costituite da proteine (lana e seta sono le principali), fibre di origine vegetale, caratterizzate da macromolecole a struttura cellulosica (cotone, lino,

⁶⁷ SCICOLONE 1993, p. 141.

canapa, ginestra e juta sono le principali), fibre artificiali, le cui macromolecole sono ottenute a partire da polimeri naturali mediante processi chimici (viscosa, bemberg, seta artificiale, ecc.) e le fibre sintetiche, le cui catene macromolecolari sono sempre ottenute attraverso reazioni chimiche, prodotte, però, da materiali non naturali. L'uomo riuscì a fabbricare queste ultime fibre, dopo la seconda guerra mondiale, imitando in laboratorio le reazioni di polimerizzazione che avvengono frequentemente nel mondo naturale (la cellulosa è il più diffuso polimero naturale): da sostanze semplici di partenza, detti monomeri, scaturiscono prodotti macromolecolari detti polimeri, per ognuno dei quali viene definito il grado di polimerizzazione in base alla diversa lunghezza delle catene macromolecolari.

Composizione chimica (%) di alcune tra le più comuni fibre naturali di origine vegetale

FIBRA	Cellulosa	Emicellulosa	Pectina	Lignina	Estratti
Cotone (*)	94,0	2,0	2,0	-	2,0
Kapoc (*)	43,2	32,4	6,6	15,1	-
Lino (**)	71,2	18,5	2,0	2,2	6,0
Canapa (**)	74,3	17,9	0,9	3,7	3,1
Ramié (**)	76,2	14,5	2,1	0,7	6,4
Juta (**)	71,5	13,3	0,2	13,1	1,8
Abaca (***)	70,0	21,8	0,5	5,7	1,8
Sisal (***)	73,2	13,3	0,9	11,0	1,6

(*) DA SEME (prodotta dalla epidermide dei semi)

(**) DA LIBRO (prodotte dai fasci fibrosi contenuti nello strato liberiano del fusto)

(***) DA FOGLIA (prodotte dai fasci fibrosi contenuti nel tessuto parenchimatico delle foglie)

Fig. 33 Composizione chimica di alcune fibre vegetali (MARTUSCELLI 2006).

L'uso della fibra tessile di cotone risale al XVIII secolo e dalla sua scoperta è stata sicuramente la più utilizzata fibra naturale sia per la fabbricazione dei tessuti sia per la realizzazione ed il restauro dei beni culturali. Le fibre di cotone sono lunghe e strette, con caratteristiche vicine a quelle del lino, ma meno robuste e più estensibili di queste ultime. La tenacità del lino lo rende infatti più resistente alla flessione ma difficilmente lavorabile. Nella figura 34 viene evidenziato il differente comportamento di varie fibre naturali proprio in relazione al rapporto fra la tenacità e le forze esercitate nella trazione.

Per quanto riguarda l'attitudine ad assorbire umidità dall'ambiente circostante, la tabella della figura 35 evidenzia il confronto fra due fibre naturali (lana e cotone) e alcune fibre artificiali e sintetiche. Si evince che a pari condizioni di UR e di temperatura, la lana è la fibra naturale con maggiore capacità di assorbire acqua, ma il cotone ha un comportamento migliore di alcune fibre artificiali; la fibra di poliestere è invece quella che ha migliori caratteristiche da questo punto di vista, poiché la minore capacità di assorbimento acqueo, la rende potenzialmente la più adatta per la foderatura, garantendo il minimo movimento.

Chi preferisce foderare con tela naturale sceglie, dunque, il tessuto in cotone per la purezza della sua struttura chimica, per la notevole morbidezza e la trama più sottile. Anche se la trama del tessuto sarebbe ugualmente visibile se tutti gli operatori del settore non usassero controfondare l'opera con uno o due strati di carta

giapponese, cosa che serve anche a garantire la reversibilità dell'intervento, poiché viene facilitata un'eventuale sfoderatura.

Chi sceglie di foderare con tela sintetica, predilige invece il poliestere che è un materiale composto da fibre tessili sintetiche.

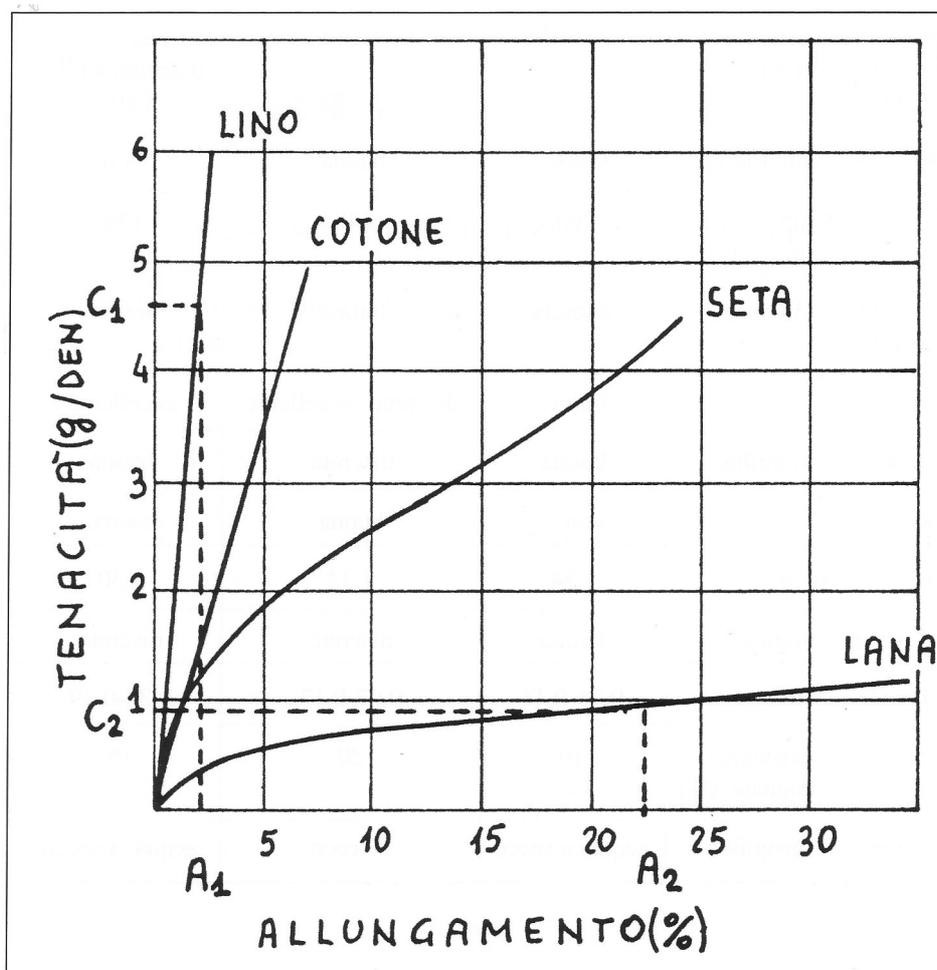


Fig. 34 Curve che illustrano l'andamento della tenacità in funzione dell'allungamento percentuale (MARTUSCELLI 2006).

La produzione del poliestere, ovvero del polietilene tereftalato, iniziò nel 1948 fino ad affermarsi come la fibra sintetica termoplastica più adottata nel restauro. Dal punto di vista fisico e chimico, essa ha un comportamento simile alle fibre

poliammidiche, fatta eccezione per un aspetto fondamentale che ha portato i conservatori a preferirla: la sua capacità d'assorbimento d'acqua è di circa quattro volte inferiore rispetto ai tessuti poliammidici e di circa otto volte inferiore rispetto al cotone (il poliestere ha infatti un tasso di ripresa di umidità che si aggira allo 0,5%, mentre il poliammide intorno al 4% e il cotone all'8%).

Il contenuto di acqua all'equilibrio^(*) di fibre naturali (lana e cotone) viene messo a confronto con quello di fibre artificiali e chimiche [a 21 °C e in corrispondenza di valori diversi dell'umidità relativa (RH = 65 e 95 %)].

Fibra	(%); (65% RH – 21 °C)	(%); (95% RH – 21°C)
Acrilan (fibra acrilica)	1,5	5
Orlon (fibra acrilica)	1,5	4
Nylon	2,8-5	3,5-8,5
Polipropilene	0,01-0,1	0,01-0,1
Dacron (fibra poliestere)	0,4-0,8	
Rayon viscosa	13	27
Acetato di cellulosa	6,5	14
Cotone	7	
Lana	16	22,5 (90% RH, 25°C)

(*) Il contenuto in acqua all'equilibrio (*moisture regain*) in (%) viene determinato dal valore del rapporto tra il peso di acqua assorbito e il peso della fibra allo stato secco moltiplicato per 100.

Fig. 35 Confronto sulla capacità di assorbire umidità dall'ambiente circostante (MARTUSCELLI 2006).

Questo fa in modo che i suoi movimenti naturali, e dunque le variazioni dimensionali, siano pressoché nulli, con la conseguenza di interferire molto poco con la carta. Rispetto ai fattori di degrado ha un'ottima resistenza al calore (rammollisce a circa 230 °C e

fonde a circa 250 °C), all'azione dei microrganismi, degli acidi (ad eccezione dell'acido solforico) e a quella degli alcali, mentre non sopporta l'esposizione prolungata alla luce solare. Tali tessuti mantengono inoltre la piega in qualunque condizione e anche al microscopio si presentano con superficie liscia e uniforme. Soprattutto la sua caratteristica di resistenza allo sviluppo dei microrganismi [fig. 36], ne fa sicuramente una tela adatta a risolvere problemi particolari di foderatura dei grandi formati, come le carte da parato da montare nuovamente sui muri dopo il restauro⁶⁸.

Altre tipologie di opere di grande formato vanno esaminate singolarmente, valutando l'inevitabilità o meno di un intervento che con troppa facilità, da molti operatori del settore, viene considerato auspicabile.

Quando si foderà con una tela sintetica bisogna inoltre tenere presente che per farla aderire a qualsiasi materiale è richiesto l'uso degli adesivi di sintesi, prodotti testati sui beni cartacei da un numero di anni che ancora non permette considerazioni attendibili sul loro invecchiamento naturale⁶⁹.

Una frontiera ancora da sperimentare potrebbe essere rappresentata dalla nuova tela per rifodero, messa a punto per i dipinti, e costituita da un filo di canapa e da uno di poliamide Kevlar. La presenza della fibra naturale permette infatti l'incollaggio anche con gli adesivi classici (amidi e metilcellulose).

⁶⁸ Per i problemi di restauro delle carte da parato cfr. qui al paragrafo IV.8.

⁶⁹ Cfr. qui al paragrafo III.6.

All'interno di questa vasta opportunità di scelte, è da sottolineare, in conclusione, la necessità per i conservatori di tenere alta l'attenzione onde evitare il rischio del ricorso indiscriminato alla foderatura, alla quale ci si affida spesso, anche perché la si interpreta come un intervento di consolidamento.

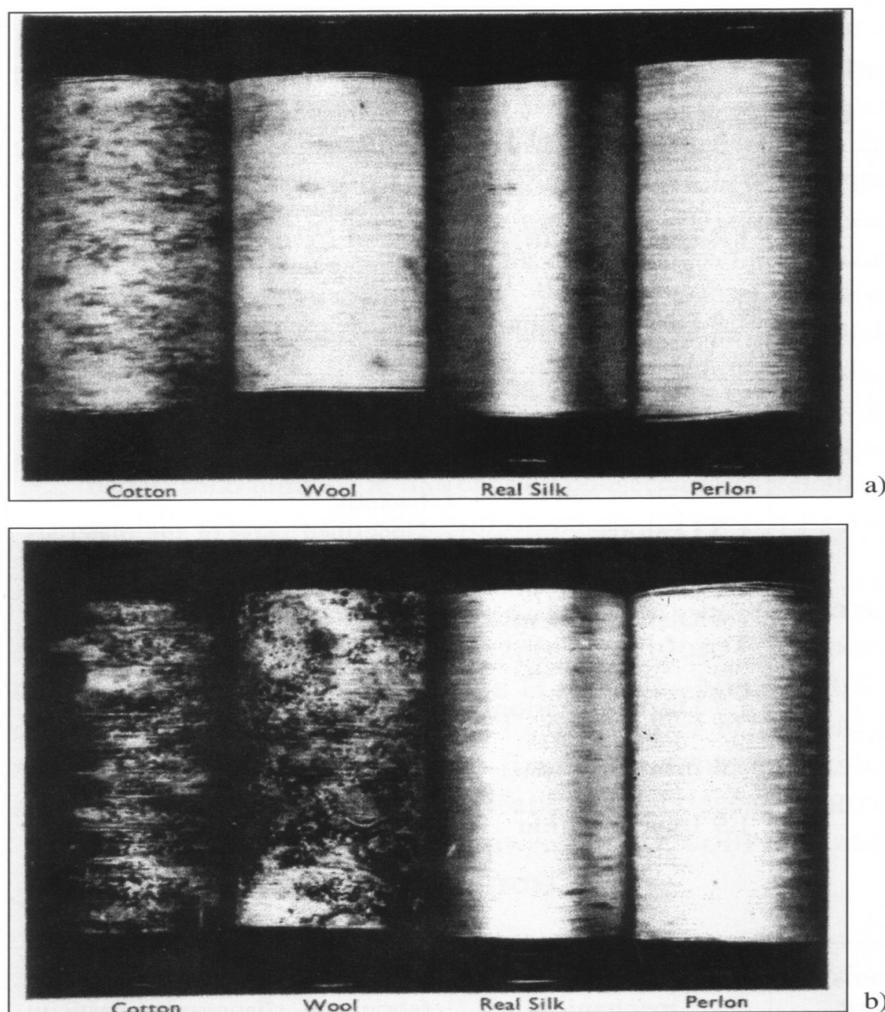


Fig. 36 Fenomeni degradativi indotti da microrganismi su fibre di differente natura: cotone (cotton), lana (wool), seta (real silk) e nylon (perlon).

a) fotografia dopo 10 giorni: il cotone appare già fortemente degradato.

b) fotografia dopo un mese: cotone e lana vistosamente degradati; la seta con qualche segno di degradazione; il nylon appare integro (MARTUSCELLI 2006).

A proposito della foderatura dei dipinti, Giovanna Scicolone distingueva attentamente la funzione specifica della foderatura dal

consolidamento di un supporto, ritenendo che *la mancata distinzione fra le due operazioni sia stata il principale motivo del ricorso indiscriminato alla foderatura (...) l'ottenere il consolidamento già durante un necessario intervento di foderatura non è dannoso, ma l'operare una foderatura non necessaria per giungere ad un consolidamento è cosa (...) inaccettabile per principio*⁷⁰. Affermazioni che sono certamente da considerare valide anche per le opere grafiche, allo stesso modo della problematica circa le funzioni specifiche che distinguono i materiali adesivi dai consolidanti, dai fissativi e dai protettivi.

Si rende, dunque, a questo punto necessaria, un'analisi delle nozioni di adesione, consolidamento, protezione e fissaggio e dei relativi materiali, dei quali spesso si ha una conoscenza solo frammentaria che invalida la capacità di scelta delle sostanze più appropriate.

⁷⁰ SCICOLONE 1993, p. 69.

III. ADESIVI, CONSOLIDANTI E FISSATIVI

III.1. Adesione, consolidamento, protezione e fissaggio

I concetti di adesione, consolidamento, protezione e fissaggio sono connotati dal punto di vista teorico da marcate differenze, ma nella pratica operativa talvolta confusi o accomunati. Non di rado avviene, infatti, che un adesivo venga adoperato per problemi di consolidamento o viceversa, che ad un protettivo vengano fatte svolgere funzioni proprie di un fissativo oppure che non sia distinto il consolidamento dal fissaggio; ciò poiché, nella fase progettuale del restauro, ci si prefigge spesso di conseguire finalità diverse con un unico prodotto. Molti materiali impiegati a tali scopi, soprattutto quelli di sintesi, hanno, difatti, caratteristiche polifunzionali che inducono gli operatori ad un erroneo uso polivalente. Ma se un materiale fornisce ottime prestazioni, per esempio come adesivo, difficilmente potrà avere un'altrettanto soddisfacente azione coesiva: pur coesistendo tali caratteristiche all'interno della medesima sostanza, ogni materiale ha funzioni preminenti che è necessario sfruttare per la propria specificità.

Per adesione si intende l'insieme di forze che possono esercitarsi tra due superfici distaccate di un manufatto, quando esse vengono poste a contatto reciproco. L'adesivo è una sostanza interposta tra tali superfici distaccate, capace, nella quantità minima indispensabile e a seguito di un meccanismo di presa⁷¹, di ristabilire

⁷¹ I meccanismi di presa sono esposti al paragrafo III.3.

una giunzione tra esse. L'intervento di adesione, diversamente dal consolidamento, non interessa l'interno dei materiali ma solo alcune loro superfici esterne e dunque i prodotti che si adoperano in tali interventi, per esempio in quello di foderatura, devono avere funzioni propriamente adesive.

Nella pratica operativa è ormai d'uso comune definire il consolidamento in maniera impropriamente estensiva, contribuendo a confondere concettualmente operazioni che, se in alcuni contesti possono essere sovrapposte, non lo tollerano nella maggioranza dei casi. Il consolidamento in senso stretto è un trattamento che ha lo scopo di ristabilire un sufficiente grado di coesione in materiali che, in seguito a processi di degrado, hanno subito una compromissione della loro microstruttura. I consolidanti sono sostanze allo stato liquido che, fatte penetrare per impregnazione all'interno dei materiali, sono capaci di passare allo stato solido per ristabilire la tessitura coesiva che originariamente caratterizzava tali materiali.

Il termine consolidamento viene usato impropriamente anche per gli interventi sui piccoli frammenti distaccati o sconnessi, oppure per ripristinare strutture compromesse nella loro macrostruttura, come grosse fratture e distacchi, comprese le situazioni che richiedono la rimessa in sesto di elementi strutturali di collegamento, attraverso interventi di tipo meccanico (perni o ancoraggi) oppure di tipo adesivo [fig. 37].

Per i trattamenti di consolidamento della microstruttura, accade spesso che si faccia uso del termine "fissativo" come sinonimo di

FINALITÀ DELL'OPERAZIONE DI CONSOLIDAMENTO

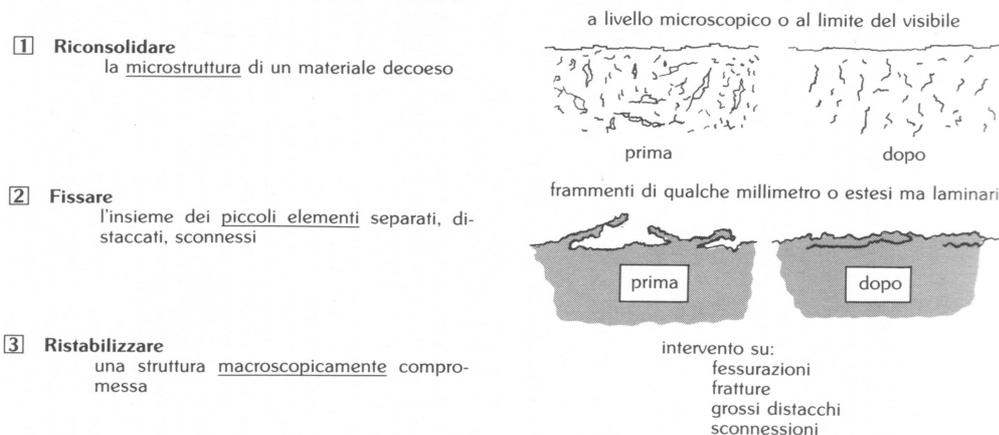


Fig. 37 Nello schema sono illustrate le funzioni per le quali si ricorre al consolidamento (MATTEINI, MOLES 1989).

consolidante. Mauro Matteini e Arcangelo Moles sottolinearono, invece, con estrema precisione, le diverse funzioni:

Non di rado, quasi a livello di sinonimo, qualcuno impiega anche il termine «fissativo» ma è nostra opinione che sia più opportuno riservare tale denominazione a quei prodotti o meglio a quei trattamenti consolidanti che interessano solo l'immediata superficie di un manufatto. In alcuni contesti infatti può rendersi conveniente un'operazione blanda, confinata alla sola superficie sebbene in linea generale non sia opportuno intervenire in tal senso per non instaurare troppo repentini gradienti di coesione nelle strutture.

Un «fissativo» è dunque, a nostro parere, un consolidante che interessa solo l'immediata superficie di un manufatto o di una sua porzione⁷².

I fissativi sono, infatti, materiali analoghi ai consolidanti ma dotati di una scarsa capacità di penetrazione. Questa qualità consente un

⁷² MATTEINI, MOLES 1989, p. 195.

maggiore controllo dell'intervento, ma il trattamento è solo apparentemente meno stressante per l'opera⁷³.

Infine, per quanto riguarda i protettivi, essi vengono definiti *come sostanze con specifiche caratteristiche fisiche ed ottiche, che vengono applicate alla superficie dei manufatti, in forma di film sottili, trasparenti e semipermeabili, con lo scopo di difendere l'oggetto da ulteriori danni*⁷⁴. Tali sostanze filmogene hanno caratteristiche di trasparenza che le rendono fisicamente simili alle vernici, ma con qualità ottiche differenti. Oltre alle funzioni protettive, alle vernici è infatti richiesta anche la capacità di migliorare l'aspetto della superficie dell'opera, mentre i protettivi devono risultare quanto più invisibili e quanto meno modificanti è possibile. Non devono, dunque, essere riflettenti, né tanto meno saturare i colori, mentre occorre che abbiano caratteristiche di semipermeabilità, per risultare impermeabili all'acqua allo stato liquido ma permeabili al vapore d'acqua.

Lo studio dei protettivi si è concentrato in particolar modo nel settore della conservazione dei manufatti lapidei, a causa delle peculiari esigenze di tutela di tutto il patrimonio architettonico, che nasce e vive continuamente esposto alle intemperie e a tutti i tipi di agenti inquinanti.

III.2. Proprietà degli adesivi

Per adattarsi alle specifiche esigenze del restauro, sono ricercati materiali adesivi dotati di qualità chimico-fisiche che

⁷³ Per i problemi di fissaggio delle opere cartacee cfr. qui al paragrafo III.8.

⁷⁴ PAOLINI, FALDI 2005.

soddisfano le esigenze applicative garantendo risultati durevoli. Tali proprietà devono riguardare le sostanze adesive sia nella forma fluida sia nella forma solida.

Le principali caratteristiche richieste agli adesivi in forma fluida sono un grado ottimale di viscosità, una buona proprietà bagnante, un opportuno tempo di presa e una buona resistenza all'invecchiamento.

Negli adesivi a solvente, il valore utile di viscosità viene raggiunto agendo sulla concentrazione che non deve essere troppo bassa, poiché dopo l'evaporazione del mezzo non si produrrebbe un giunto sufficiente, ma non deve neanche essere alta, per non ostacolare la distribuzione uniforme del prodotto sulla superficie, procedimento essenziale per evitare il rischio di formazione di sacche d'aria che indebolirebbero l'adesione.

Nel caso degli adesivi termofusibili, nei quali il processo di presa viene attivato attraverso il calore, la viscosità è influenzata dalle alte temperature che bisogna raggiungere per rendere attive le sostanze, e poiché questo fattore è poco controllabile, occorrerà scegliere l'adesivo adatto secondo il materiale da trattare.

Le proprietà bagnanti di un adesivo variano secondo il tipo di solido con il quale vengono a contatto. Come una goccia d'acqua assume forme differenti secondo la superficie sulla quale si spande (per esempio, su un materiale idrofobo come la cera, conserva una forma quasi sferica), bagnando, così, in misura maggiore o minore il solido con il quale si incontra, in maniera simile reagirà un adesivo in forma liquida. Nei casi in cui l'adesivo, non estendendosi a

sufficienza, non assicura adeguata bagnabilità, l'aggiunta di un tensioattivo ne favorisce la migliore distribuzione⁷⁵.

Il livello di bagnabilità può essere influenzato dalla presenza di polvere o grassi sulla superficie; da ciò la necessità di una pulizia accurata prima di procedere ad una qualsiasi adesione.

Il tempo di presa è il tempo occorrente ad un adesivo per passare dallo stato fluido a quello solido. Nel caso degli adesivi a solvente, questo parametro dipende dalla velocità di evaporazione del solvente, mentre negli adesivi termofusibili la presa deriva direttamente dal tempo di raffreddamento.

Una volta avvenuta l'adesione, attraverso il passaggio dallo stato liquido allo stato solido, il giunto per essere affidabile deve presentare le seguenti peculiarità di tipo meccanico e chimico: adeguata forza adesiva, sufficienti elasticità e flessibilità e garanzia di reversibilità.

Fra le proprietà del giunto, la più importante è la forza adesiva, ossia la forza con cui vengono unite due superfici, fattore da valutare attentamente, poiché con troppa frequenza si cade nell'errore della ricerca di un'eccessiva tenacia adesiva rispetto alle reali esigenze del contesto. Per esempio, riguardo alla scelta di uno specifico adesivo per foderatura, è importante stabilire la minima forza necessaria secondo il rapporto fra l'ampiezza delle superfici da far aderire e il peso dei materiali coinvolti. La carta, insieme alla pergamena e ai tessili, è il materiale più flessibile fra i supporti artistici e sicuramente quello che ha il peso minore; dunque, per il

⁷⁵ Nei prodotti adesivi in emulsione, lo stesso emulsionante agisce da tensioattivo.

restauro di una carta, pur di ampia superficie, sarà sufficiente una forza adesiva minima e l'utilizzo parsimonioso delle sostanze adesive.

Lo spessore dell'adesivo dovrà essere molto sottile per ostacolare il più possibile le deformazioni dovute alle variazioni dimensionali (espansioni e contrazioni dovute ai cambiamenti di temperatura, umidità relativa, ecc.), a cui tutti i materiali, in modo minore o maggiore, sono soggetti, e per incidere, solo in minima parte, sul peso complessivo dei manufatti. La forza del giunto deve essere inoltre tale da non pregiudicare la conservazione delle caratteristiche di elasticità e flessibilità del manufatto, nella considerazione che l'intervento di restauro è teso al recupero, non solo della parte espressiva e figurativa dell'oggetto, ma anche di quella materica.

Per quanto riguarda la garanzia di reversibilità, con termini meno impropri sarebbe più corretto parlare di scelta d'interventi e di materiali potenzialmente asportabili, ma la definizione "reversibilità" ha ormai un uso radicato nel restauro, che non è possibile ignorare, nonostante la revisione cui questo concetto è stato più volte sottoposto nel corso degli scorsi decenni.

Un intervento è teoricamente accettabile se, dunque, garantisce la possibilità di riportare l'oggetto alle condizioni precedenti l'intervento, o quanto meno, se le tracce dell'operazione dovessero permanere, siano tali da non compromettere successivi trattamenti.

La capacità di reversibilità va naturalmente sperimentata nel tempo, poiché ogni sostanza ha reazioni differenti a seguito del proprio invecchiamento.

L'adesivo ideale per il restauro dovrebbe inoltre necessariamente essere eco-compatibile e bio-compatibile; dovrebbe assicurare facilità di preparazione e di impiego da parte dell'operatore ed essere inerte nei confronti del supporto; dovrebbe essere incolore al momento del suo utilizzo e non ingiallire nel tempo, e dimostrare buone proprietà di resistenza agli agenti di degrado chimici, fisici e biologici.

Alle numerose e specifiche proprietà richieste ad un adesivo per poter essere impiegato nel settore della conservazione, non corrisponde, purtroppo, un'adeguata ricerca tecnologica. Non esistono industrie specifiche per la produzione di materiali destinati al restauro, e solo in rari casi alcune ditte hanno studiato qualche formulato adeguato. Di fronte a scelte differenti, i livelli produttivi dell'industria subirebbero, infatti, un'inevitabile flessione negativa, a causa della scarsa ricaduta economica di materiali richiesti in quantità ovviamente contenute, e con caratteristiche fortemente contrastanti con le linee di marketing attuali che, per incoraggiare il consumo, sostengono la produzione di materiali usurabili.

Nell'attuale condizione di mercato, i tecnici del restauro si trovano, dunque, a dover scegliere fra prodotti destinati ad altre applicazioni, da vagliare attentamente attraverso specifici test chimici, fisici e biologici, con la possibilità di poterli modificare soltanto in minima

parte, per giungere a delle formulazioni che siano il più possibile soddisfacenti per le esigenze della conservazione.

III.3. Classi di adesivi

Ogni adesivo può venire classificato in base al meccanismo di adesione oppure, secondo la sua natura chimica, viene qualificato come adesivo di origine animale, adesivo di origine vegetale, adesivo di sintesi o adesivo semi-naturale.

I meccanismi di presa possono essere distinti in adesione meccanica, adesione magnetica e adesione chimica. La prima, dovuta a forze di ancoraggio meccanico, la seconda, conseguente a forze attrattive magnetiche o elettriche e la terza, l'adesione per antonomasia di cui si avvale generalmente il restauro, realizzata a mezzo di sostanze intermedie (gli adesivi) che esercitano legami di tipo prevalentemente intermolecolare.

I meccanismi di adesione chimica sono diversi secondo il tipo di adesivo adottato. I polimeri termoplastici (o termofusibili), ampiamente diffusi negli interventi di restauro, sono quelli che “possono essere fusi, diventando fluidi quanto basta da poter essere modellati in forme che vengono mantenute dopo raffreddamento”⁷⁶, quindi il giunto connettivo viene determinato dal raffreddamento che porta l'adesivo allo stato solido. Il ritorno allo stato fluido avviene ad una temperatura fra i 50-70°C.

⁷⁶ BROWN, FOOTE 1998, p. 902.

In questo gruppo sono compresi adesivi naturali e sintetici. Fra i naturali ricordiamo la colofonia e la cera d'api, fra i sintetici sono incluse le cere e diversi acrilici.

Molti polimeri naturali e di sintesi si attivano invece in seguito all'evaporazione del solvente: tenendo le due superfici in stretto contatto, l'evaporazione del solvente lascia un film di adesivo solido che va a costituire il giunto. Tali adesivi a solvente, detti anche a veicolo, comprendono i polivinil acetati, gli esteri acrilici e metacrilici.

Un caso particolare è rappresentato dalle colle animali, ampiamente usate in passato sia dagli artisti sia dai restauratori, per le quali l'indurimento è dovuto, oltre alla perdita del solvente, anche al cambiamento della temperatura. Per la loro rimozione può servire ammorbidirle con un blando solvente.

Non sono invece mai state utilizzate nel restauro, le resine di sintesi che, nel corso del processo di adesione, danno origine ad una reazione chimica in seguito all'aggiunta di un catalizzatore (adesivi reattivi detti anche a due componenti). Tale reazione è infatti irreversibile.

Altri formulati hanno la proprietà di far aderire due superfici semplicemente per compressione, lasciando permanentemente l'adesivo allo stato viscoso, grazie ai componenti elastomerici. Anche in questi casi si diffida sul loro uso, questa volta perché si tratta di giunzioni troppo facilmente reversibili.

Del resto, le controindicazioni si riscontrano anche per i termoplastici e per quelli a solvente: sia la temperatura elevata sia

gran parte dei solventi possono provocare danni irreversibili alle opere. Si tratta, dunque, di individuare i materiali più convenienti al contesto, con la consapevolezza che, come spesso accade nelle scelte di restauro, si opterà per un compromesso.

III.4. Adesivi naturali

Il termine ‘colla’ viene usato comunemente come sinonimo di ‘adesivo’. Più correttamente, dovrebbero invece definirsi colle, solo i prodotti derivati dal collagene, ossia dalla sostanza proteica ottenuta dalla bollitura dei materiali organici contenuti nei tessuti connettivi degli animali vertebrati.

Per estensione, i professionisti del restauro definiscono ‘colle’ anche gli adesivi derivati da sostanze proteiche di origine non animale, e dunque, pur impropriamente, si considereranno, sinonimi i termini ‘colle/collanti’ e ‘adesivi naturali’, poiché in quest’ultima definizione vengono comprese le due grosse classi di adesivi a base di composti proteici di origine animale e di origine vegetale.

Prima del Novecento, erano gli unici adesivi a trovare applicazioni per la realizzazione dei manufatti artistici e per il loro restauro, ma, in seguito alla sperimentazione sui polimeri di sintesi, in Italia furono messi al bando, avendo nei secoli verificato quanto fossero graditi ai microrganismi e agli insetti.

Mentre in altri paesi, gli adesivi naturali hanno continuato ad essere adoperati nel restauro, noi italiani, solo dall’inizio degli anni Novanta, abbiamo riaperto una vivace discussione, rivalutando, in particolare, gli amidacei. Nel diffuso interesse alla sperimentazione

di tali adesivi come materiali di restauro da privilegiare rispetto ai prodotti di sintesi chimica, sono stati così forniti nuovi stimoli alla ricerca.

Al fine di valutare il corso attuale del dibattito scientifico, si è condotta una campagna di interviste presso i restauratori, i chimici e i biologi che operano all'interno dei tre istituti italiani di riferimento del settore⁷⁷: l'Istituto Centrale per la Patologia del libro di Roma⁷⁸, l'Istituto Nazionale per la Grafica di Roma⁷⁹ e l'Opificio delle pietre dure di Firenze⁸⁰, e presso i più noti restauratori privati sia di opere d'arte su carta sia di libri e di manoscritti. Le conclusioni hanno evidenziato che nonostante i prodotti naturali siano ancora molto osteggiati dai biologi, sono utilizzati in diversi ambienti, mescolati alla metilcellulosa per potenziare le capacità adesive di quest'ultima. Rari, però, sono i restauratori che fanno uso quasi esclusivo degli amidi, mentre vengono adoperati solo in casi sporadici da coloro che prediligono i prodotti di sintesi, basti

⁷⁷ Fra questi è stato escluso l'Istituto centrale per il restauro di Roma, poiché, il settore cartaceo, pur esistente fra gli insegnamenti della scuola, non è sviluppato come laboratorio operativo. Solo da qualche anno Vera Quattrini, restauratrice esperta di stampe giapponesi, è entrata a far parte dell'organico dell'Istituto, ma, non essendo mai l'Icr stato specializzato sulla carta, non si dispone ancor oggi di un laboratorio attrezzato, se non per interventi di manutenzione.

⁷⁸ Fondato nel 1938 da Alfonso Gallo, l'Istituto, volto alla ricerca scientifica, alla documentazione, al restauro e alla didattica, ha rappresentato un modello importante per altre simili istituzioni nate successivamente in Italia e all'estero. È provvisto di diversi laboratori specializzati per quanti sono i materiali che compongono il libro (carta, legno, pelle, metalli e legatura) e per le analisi chimiche, fisiche e biologiche.

⁷⁹ L'Istituto Nazionale per la Grafica fu fondato nel 1975 dalla fusione della Calcografia Nazionale e del Gabinetto Nazionale delle stampe. Possedendo una delle più ricche collezioni di grafica esistenti in Italia, il laboratorio era nato per la conservazione della propria raccolta, ma ha poi allargato la sua attività anche all'esterno.

⁸⁰ In seguito alle azioni del nuovo Ministero dei Beni Culturali, nel 1975 vide luce l'Istituto fiorentino di competenza nazionale. L'organismo istituzionale nacque dall'unificazione del laboratorio di restauro di dipinti fondato nel 1934, staccato dalla locale Soprintendenza, e l'antico Opificio delle pietre dure, incorporando inoltre altri minori centri operativi.

considerare che le tele sintetiche aderiscono alle carte solo se trattate con metilcellulosa mista ad adesivi sintetici.

A riscoprire, in Italia, l'uso degli amidacei a parziale discapito della metilcellulosa, sono stati soprattutto alcuni dei propugnatori della foderatura con la sola carta giapponese⁸¹. Costoro ne hanno apprezzato l'ottima resa estetica, da sempre garantita da questi collanti, poiché lasciano inalterata la morbidezza del supporto, il loro uso meno restrittivo rispetto ai prodotti sintetici, la facile lavorabilità, la soddisfacente reversibilità garantita dalla conoscenza delle reazioni all'invecchiamento naturale e la vicinanza alla cellulosa della carta dal punto di vista chimico.

L'amido è un polisaccaride ad alto grado di polimerizzazione formato da numerose molecole di glucosio. È costituito da due polimeri, l'amilosio [fig. 38] e l'amilopectina [fig. 39], le cui proporzioni rispettive variano fortemente secondo l'origine

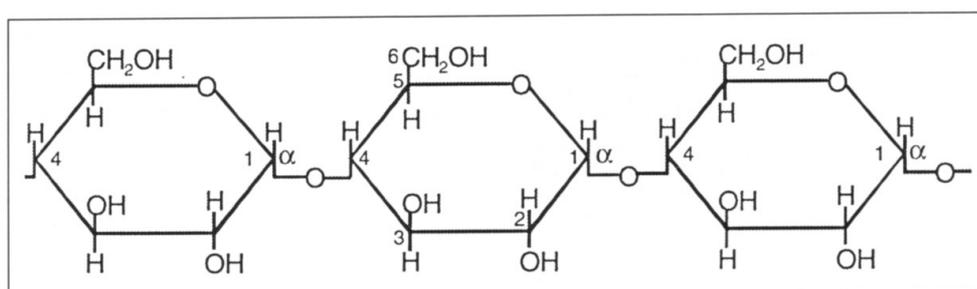


Fig. 38 Modello della catena macromolecolare dell'amilosio (BANIK, CREMONESI, DE LA CHAPELLE, MONTALBANO 2003).

⁸¹ Fra questi vi sono i restauratori dell'Istituto Nazionale per la Grafica, della Galleria d'arte contemporanea di Roma e diversi restauratori privati, soprattutto operanti a Roma, che hanno ricevuto una parte della loro formazione in Giappone.

Non ne fanno uso i restauratori di Patologia del Libro, poiché, nonostante il favore espresso nei confronti dei risultati raggiunti con gli amidacei, ne è impedito loro l'utilizzo da parte dei biologi dell'Istituto. Ne fanno uso parsimonioso presso l'Opificio delle pietre dure, istituzione dove viene sostenuto il rifodero delle carte con tela poliestere.

dell'amido e condizionano le proprietà del prodotto, che sarà di migliore qualità quanto maggiore sarà il contenuto di amilopectina. Qualunque sia la sua derivazione (da cereali, da semi o da tubercoli), si presenta sotto forma di granuli bianchi differenti per forma e dimensioni, ma è in commercio sotto forma di polvere. In Italia, il più usato nel restauro è l'amido di grano o di riso. Quando dell'amido impuro è lasciato in sospensione in acqua, le impurità si depositano lentamente in superficie e possono esserne rimosse.

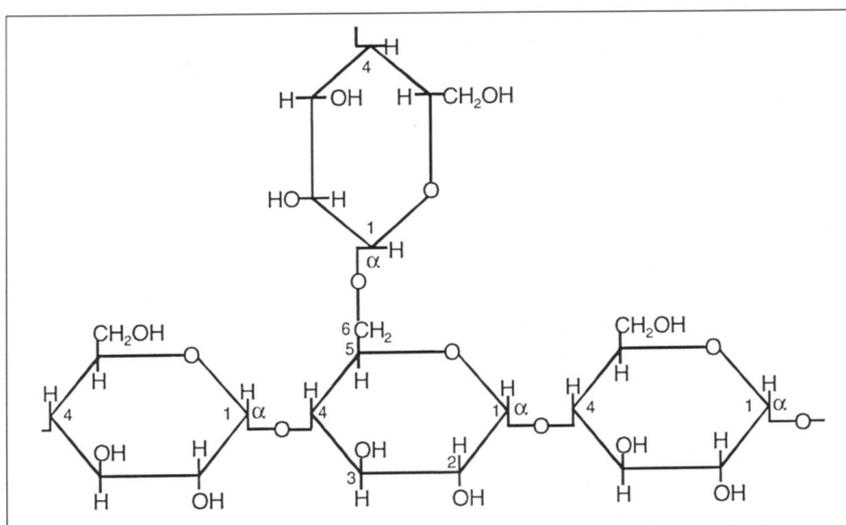


Fig. 39 Modello della struttura molecolare dell'Amilopectina (BANIK, CREMONESI, DE LA CHAPELLE, MONTALBANO 2003).

L'amido è insolubile in acqua fredda, mentre in acqua calda (60°-70° C) forma una soluzione colloidale che raffreddata a 20° diventa un gel (chiamato anche appretto) che ha un forte potere adesivo. Come materiale di restauro cartaceo, va adoperato a temperatura ambiente setacciato e diluito più volte, e la sua preparazione può

essere in varie maniere modificata per ottenere differenti gradi di viscosità ed adesività secondo le esigenze degli interventi⁸².

Dal punto di vista chimico, gli amidi non presentano problemi che possano sconsigliarne l'uso, eccezion fatta per una certa sensibilità alle fonti luminose. Negli ultimi anni, i chimici hanno, pertanto, spostato la loro attenzione sullo studio degli amidi modificati e dei derivati degli amidi come gli esteri (acetati, fosfati) o gli eteri (per esempio, gli idrossipropilati e gli amidi cationici), prodotti sempre più utilizzati dall'industria e quindi da esaminare come materiali potenzialmente utili per il restauro.

Sia i prodotti da mais modificato sia i derivati sperimentati⁸³, pur dimostrandosi soddisfacenti a giudizio dei chimici, non hanno superato l'esame dei biologi, anche se, a differenza degli amidi naturali, favoriscono l'accrescimento fungino soltanto a livelli idrometrici elevati.

In generale, il parere dei biologi sugli amidacei può difatti venire riassunto nella maniera seguente: il film di adesivo applicato sui materiali può diventare fragile con l'invecchiamento, per una graduale perdita di umidità e per lo sviluppo di attacchi microbici ai quali è molto sensibile. Tali processi di degradazione microbica avvengono, più o meno rapidamente, se l'opera risiede in ambienti con valori igrometrici superiori al 60%. Perciò, per opere trattate con tali materiali, è necessario garantire le ottimali condizioni conservative, sebbene, malgrado la permanenza di buoni parametri

⁸² Diverse ricette per la preparazione dell'amido di grano sono espone in BORRUSO 1995 e ČORAK RINESI 1995.

⁸³ Le notizie sulle sperimentazioni sono riferite da STORACE 1997.

di conservazione, gli amidacei non siano mai completamente protetti dagli insetti: costante pericolo essendo voraci consumatori di collanti naturali⁸⁴. In conclusione, ne sconsigliamo categoricamente l'uso, eccetto in casi particolari⁸⁵, soprattutto in considerazione dello stato dei luoghi deputati alla conservazione.

L'incuria diffusa sia negli ambienti espositivi sia nei depositi dei musei italiani finisce, pertanto, con il condizionare fortemente la scelta dei materiali da utilizzare. Ciò appare evidente se, per esempio, ci si confronta con il modello degli Stati Uniti, paese in cui sono garantite ottime condizioni conservative nei musei: per il restauro cartaceo, i ricercatori consigliano gli amidacei e le gelatine. Nonostante le argomentazioni dei biologi, sono comunque parecchi i restauratori italiani che sostengono gli adesivi di origine vegetale. Le loro motivazioni sono ben riassunte da Christine Borruso in sei punti:

- elevato potere adesivo che diminuisce lentamente con l'aggiunta di acqua;
- flessibilità (molto importante per il restauro di rotoli giapponesi);
- applicabilità ad ampio raggio: per esempio, consolidamento, collatura, foderatura ecc.;
- velocità di asciugatura, importante per opere con colori instabili;
- se di qualità pura, non ingiallisce;
- reversibile in acqua fredda e, con l'aggiunta di metilcellulosa, aumenta la reversibilità;⁸⁶

A sostegno degli amidi, va, per altro, ricordato che da secoli se ne servono in Giappone, paese soggetto, come l'Italia, a notevoli

⁸⁴ Per le cause che favoriscono la proliferazione di microrganismi ed insetti cfr. qui al paragrafo I.3., p. 16.

⁸⁵ Nel restauro del libro e dei manoscritti, la colla d'amido viene per esempio tollerata per le coperte di cuoio, per evitare l'imbrunimento del supporto.

⁸⁶ BORRUSO 1995, p. 6.

variazioni di temperatura e di umidità relativa. Gli orientali ottengono dal grano o dal riso due prodotti differenti per la foderatura delle loro opere d'arte: uno fresco denominato *shin-nori*, uno invecchiato di dieci anni chiamato *furu-nori*⁸⁷, e la stabilità degli interventi con tali prodotti viene garantita dai duecento ai trecento anni.

Da diversi esperti mondiali è inoltre incoraggiato l'uso di un altro composto di origine nipponica: il *funori*, mucillagine derivante dalla macerazione delle alghe marine giapponesi *Endocladiaaceae*. Questo prodotto naturale, usato nel paese nipponico per la pulitura della seta, è dotato di un potere adesivo molto blando ed ha caratteristiche di bassa viscosità, per cui anche alcune restauratrici italiane hanno cominciato a farne uso per diluire l'amido di grano⁸⁸. Impiegato da solo, ha anche un leggero potere consolidante e detergente.

Per quanto riguarda gli adesivi di origine animale, alcuni restauratori hanno di recente ricominciato ad utilizzare la gelatina (piuttosto diffusa nelle scuole di restauro inglesi) sia come adesivo sia come consolidante sia come fissativo.

La gelatina è una pura proteina derivata dalle materie prime animali (di cui si diceva all'inizio del paragrafo) contenenti collagene. Viene infatti ottenuta per estrazione a caldo da ossa e da cartilagini, e sottoposta a vari trattamenti per l'eliminazione delle impurità, fino a divenire il collante di migliore qualità fra gli adesivi di origine

⁸⁷ Per le tecniche e i prodotti utilizzati in Giappone cfr. STORACE 1997, pp. 7-8 e CABNL 1995.

⁸⁸ Cfr. BORRUSO 1995; ČORAK RINESI 1995 e STORACE 1997.

animale. Contiene l'84-90% di proteine e l'1-2% di sali minerali e acqua.

Viene confezionata in fogli, in granuli o in scaglie e se ben chiusa in contenitori può resistere per molti anni senza alterarsi. Utilizzata in soluzioni acquose svolge, dal punto di vista chimico, anche una funzione protettiva per la carta proteggendola dagli agenti acidi, ma, è molto facilmente attaccabile da batteri e muffe. Per il suo impiego ne è, pertanto, raccomandato l'uso parsimonioso.

Sempre di origine animale è la colla di pesce. Fra i prodotti utilizzati nel restauro cartaceo la colla di storione è una varietà di colla di pesce ricavata dalla vescica natatoria dello *Acipenser sturio*. Ottenuta attraverso trattamenti di lavaggio, essiccazione e successiva riduzione in scaglie e polvere, è costituita essenzialmente da fibre di collagene e si presenta sotto forma di trucioli, o in polvere o sotto forma di gel. Anch'essa ha una scarsa resistenza ai microrganismi e agli insetti.

III.5. Adesivi semi-naturali

Le metilcellulose sono certamente i prodotti più presenti in qualsiasi laboratorio di restauro di opere cartacee.

Come tutti i numerosi derivati dalla cellulosa, la metilcellulosa è un prodotto cosiddetto semi-naturale, poiché si ottiene attraverso una modificazione chimica della cellulosa eseguita in laboratorio [fig. 40].

Per tali resine naturali modificate, attualmente l'industria effettua sofisticati trattamenti allo scopo di ottenere un prodotto ad un più elevato grado di purezza.

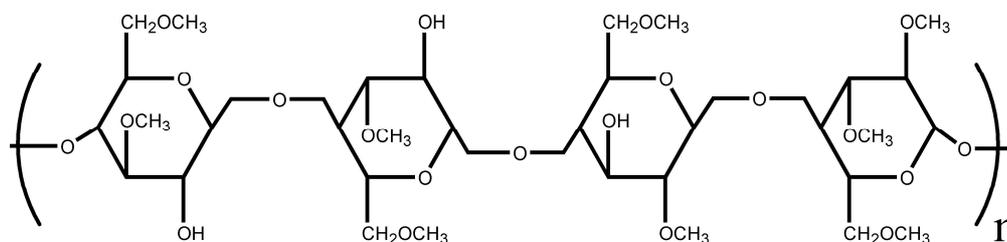


Fig. 40 Struttura molecolare della metilcellulosa.

A differenza della cellulosa, insolubile in qualsiasi solvente, tutti i suoi derivati di sintesi sono stati resi solubili quanto meno in acqua. Infatti, eccezion fatta per la carbossimetilcellulosa (solubile solo in acqua), gli altri sono solubili in acqua, se il grado di eterificazione è moderato, oppure in altri solventi organici, come l'alcool metilico, il benzene, l'acetone, l'etere e il cloroformio.

Reazioni chimiche differenti danno origine a varie classi di prodotti: il rayon viscosa; gli esteri della cellulosa (acetati di cellulosa e nitrocellulose) e gli eteri cellulosici (metilcellulose, etilcellulose, idrossietilcellulose, idrossipropilcellulose e carbossimetilcellulosa). Ed è fra questi ultimi, utilizzati spesso come addensanti alimentari, che sono stati individuati i prodotti più idonei per gli scopi di restauro. La più adoperata è la metilcellulosa, un materiale piuttosto inerte, discretamente resistente ai microrganismi e con buone caratteristiche di invecchiamento. Fra gli eteri è quello dotato di più debole potere collante, ma proprio per questo altamente reversibile.

Per far aderire la tela alla carta va molto diluito, mentre quando deve essere impiegato a contatto con l'opera deve essere più denso poiché quanto più è fluido tanto più penetra nelle fibre della carta. Un prodotto denso si ferma invece alla superficie, ma soprattutto se utilizzato a contatto con l'opera, è fondamentale il rigore nel criterio del minimo intervento, anche se la metilcellulosa garantisce dai pericoli d'ingiallimento del supporto.

Nelle funzioni proprie di adesivo, ossia principalmente per far aderire l'opera alla carta giapponese di rifodero, attualmente la metilcellulosa più adoperata in Italia è il Tylose MH 300p⁸⁹, ma anche il Glutofix 600 ha un discreto impiego. In generale, mentre nella scuola fiorentina si è consolidato l'uso del Glutofix, a Roma adoperano molto di più il Tylose, verificato più volte nei laboratori di analisi chimiche e biologiche di Patologia del libro⁹⁰.

Il Glutofix è leggermente più biancastro del Tylose ed ha un potere adesivo maggiore. Diversi sono infatti i laboratori che adoperano la miscela Tylose e amido, poiché ritengono il Tylose non in grado di creare un giunto sufficientemente coeso se adoperato da solo. Ma anche chi non lo ama, ne fa spesso uso per i piccoli interventi come il risarcimento di modeste lacune.

L'adesivo raccomandato dai laboratori di Patologia del libro è il Tylose MH300p con percentuale consigliata al 4% o al 5% (il Glutofix viene preparato nelle medesime percentuali), secondo gli interventi di restauro, ossia 40 g. o 50 g. per ogni litro d'acqua

⁸⁹ La ricetta base per la sua preparazione è in FEDERICI, ROSSI 1983, p. 242, anche se esistono anche metodi diversi. Da segnalare che, nel laboratorio della Biblioteca Nazionale di Firenze, il Tylose è disciolto in un solvente composto per il 50% d'acqua e per il restante 50% d'alcool.

⁹⁰ Cfr. ZAPPALÀ PLOSSI 1977.

fredda, e al 2% per la collatura dei fogli, trattamento eventuale dopo il lavaggio o la deacidificazione⁹¹.

Nonostante, però, il riconosciuto e prestigioso ruolo guida dell'Istituto di Patologia, la cui autorevolezza va oltre l'ambito del restauro del libro (nel settore della carta, ravvisato valore va inoltre al Centro di fotoreproduzione per il restauro delle carte d'archivio; all'Istituto Nazionale per la Grafica e all'Opificio delle pietre dure per le numerose tipologie di opere grafiche e di stampa⁹²), proprio per quanto riguarda l'uso del Tylose, durante l'indagine nei laboratori (quelli specificamente votati al restauro del libro), si è constatato che esiste un'evidente scollatura tra la teoria e la prassi. Solo ufficialmente tutti seguono le indicazioni di Patologia, mentre è largamente diffusa l'abitudine ad usare la metilcellulosa in percentuali molto più alte rispetto a quelle prescritte, allo scopo di potenziarne la forza adesiva.

Questi operatori si sono dichiarati critici rispetto all'uso, a loro giudizio specificamente italiano, di privilegiare i materiali che in certe quantità si sono rivelati i migliori durante la sperimentazione chimica, fisica e biologica, senza tener in debito conto il giudizio dei restauratori ai quali tocca poi sperimentarli nella pratica operativa.

Durante un incontro con i tecnici di Patologia del libro, a questo tipo di obiezione, i restauratori hanno risposto in modo deciso che il

⁹¹ Negli Stati Uniti non viene mai eseguita la collatura, sostenendo che la percentuale di colla persa a causa del lavaggio è talmente bassa da non giustificare una nuova collatura. Ciò poiché, durante i processi di fabbricazione della carta, la colla penetrerebbe in profondità nelle molecole.

⁹² Una simile autorevolezza istituzionale è inesistente in quasi tutti gli altri stati europei, paesi nei quali la formazione degli operatori è molto più eterogenea poiché non viene condivisa alcuna regolamentazione né sulle tecniche né sui materiali.

Tylose utilizzato al 4% non presenta alcun problema di tenuta, con l'unica difficoltà per i materiali utilizzati nelle rilegature, nei quali casi, l'utilizzo della miscela di vinavil e tylose (quest'ultima in più alta percentuale rispetto al vinilico) ha fatto di recente riscontrare il problema di una certa alterazione cromatica a causa dell'abbondante apporto d'acqua prodotto dalla metilcellulosa. Tale questione ha riportato in auge gli amidi, ma solo per i materiali in cuoio del libro.

Sono quindi state avanzate alcune ipotesi per spiegare l'errore, a loro avviso grossolano: uno sbaglio nell'acquisto del prodotto, fatto che può accadere frequentemente poiché le ditte produttrici utilizzano lo stesso nome per prodotti con caratteristiche differenti, e per ovviare alla qual cosa l'Istituto pubblicizza le case produttrici di materiali che sono stati sottoposti ai test all'interno dei propri laboratori; oppure una semplice inesperienza nell'uso del Tylose che può comportare un'errata preparazione dello stesso.

Un altro etere cellulosico ad essere abbondantemente adoperato nel restauro cartaceo è il Klucel G, un'idrossipropilcellulosa la cui sperimentazione è cominciata in Italia all'inizio degli anni Ottanta⁹³, avendo già dato buoni risultati nel preconsolidamento dei dipinti murali, ed essendo, dopo la metilcellulosa, l'adesivo più utilizzato anche dai restauratori della carta statunitensi.

Il formulato è facilmente solubile in alcool etilico e in acqua fredda, mentre in acqua calda sopra i 38°C resta grumoso, si distende con facilità e ha fornito buone prove di reversibilità. Anche le prove di

⁹³ Cfr. ONESTI 1993.

adesione e di invecchiamento hanno avuto esito positivo, per cui ne viene consigliato l'utilizzo come adesivo, soprattutto nei casi in cui non è possibile optare per un collante in soluzione acquosa (è stato scelto in più interventi di foderatura anche in miscela con un acrilico). Vedremo, in seguito, che viene indicato fra i consolidanti, mentre è controverso come fissativo.

III.6. Adesivi di sintesi

III.6.1. I pro e i contro nell'impiego dei sintetici

Dagli anni Cinquanta del Novecento, la produzione di materiali sintetici vide uno straordinario sviluppo, e ogni ambiente sociale fu rivoluzionato dalla repentina sostituzione dei materiali tradizionali con le nuove plastiche. La progressiva immissione di tali polimeri è tuttora in continua affermazione, ma il loro utilizzo nel restauro deve ogni volta essere valutato con attenzione, poiché è solo in parte noto il comportamento di queste sostanze nel tempo.

La linea di condotta da assumere deve essere quella di una preventiva e accurata sperimentazione nei laboratori, soprattutto attraverso i cosiddetti "tests di invecchiamento artificiale", i quali, per quanto non possano pretendere di sostituire del tutto i processi di invecchiamento naturale, sono essenziali per valutarne la stabilità.

Contrariamente ai chimici dell'Opificio, i colleghi dell'Istituto di Patologia raccomandano l'utilizzo di qualsiasi resina artificiale solo in casi estremi e in quantità modestissime, ritenendo che, anche se i risultati riguardo alla stabilità e reversibilità sembrano piuttosto

buoni, occorrerà ancora molto tempo per pronunciarsi definitivamente, poiché i test d'invecchiamento naturale non sono considerati per il momento significativi. D'altro canto, chi sostiene le resine di sintesi afferma che:

È vero che abbiamo solo i risultati di indagini su materiali sottoposti ad invecchiamento artificiale accelerato e che non abbiamo, quindi, la certezza assoluta che questi corrispondano ai modi di effettivo degrado del materiale (...) Ma bisognerebbe capovolgere la prospettiva: posto si conoscano quali e quante incongruenze e contraddizioni troviamo nelle metodologie che utilizzano i prodotti tradizionali, quanti danni irreversibili questi provochino, perché non tentare di limitare operazioni e danni usando prodotti che le analisi scientifiche dimostrano, per confronto, validi? Il rischio, peraltro calcolato, valutato, limitato, non è forse giustificato dalla necessità di evitare i danni maggiori che gli interventi tradizionali, allo stato attuale delle cose, non possono evitare?⁹⁴

L'eventuale scelta di adottare dei prodotti di sintesi non esclude mai, comunque, l'impiego della metilcellulosa, usata in miscela con questi ultimi, e non dovrebbe, a nostro parere, neanche significare la rinuncia in toto all'impiego dei materiali tradizionali, poiché i sintetici non sono affatto da considerare meri sostituti dei naturali, possedendo una combinazione di proprietà fisiche e chimiche non riscontrabili in alcun adesivo di origine naturale.

Gli incontri con i restauratori e le visite nei laboratori hanno, invece, fatto emergere la tendenza all'azione ripetitiva, sia nelle tecniche sia nei materiali, comportamento del quale si ha, poi, la conferma quando si vanno a verificare le relazioni di restauro degli archivi delle Soprintendenze o delle singole istituzioni museali.

Consci dell'indirizzo formativo di ogni restauratore e, dunque, della sua specializzazione nell'uso di determinati prodotti, i conservatori

⁹⁴ SCICOLONE 1993, p. 99.

dovrebbero confrontare differenti progetti di intervento proposti da riconosciuti professionisti di diverse scuole. Nella reale situazione operativa, la propensione ad affidarsi sempre alle stesse figure, con le quali si instaura un rapporto di fiducia, corrisponde spesso ad una totale delega a costoro riguardo la valutazione dei trattamenti più idonei, atteggiamento che nella pratica può facilmente portare alla proposta delle medesime ricette. Tuttavia, poiché anche le tecniche e i materiali testati con maggiore successo possono non risultare sempre i più idonei a risolvere il degrado di ogni opera, sarebbe saggio, da parte del conservatore, non demonizzare alcuna tecnica né tanto meno osteggiare gli adesivi di sintesi o quelli naturali, valutando i risultati delle precedenti esperienze, con particolare attenzione ai restauri più datati, durante i quali sono stati utilizzati gli adesivi di sintesi. Vagliare, dunque, caso per caso, nella convinzione che a determinare la valutazione delle metodologie e dei materiali più idonei per un intervento, devono essere l'unicità della struttura di un'opera e della storia che ne ha determinato il degrado, e le condizioni ambientali in cui sarà conservata.

Bisogna inoltre considerare che il deterioramento di diverse opere, già sottoposte a precedente restauro, è sì spesso imputabile alla loro cattiva conservazione, ma è altrettanto frequente che la responsabilità della condizione in cui versano sia da attribuire all'erroneo metodo di applicazione dei prodotti di restauro, in particolare degli adesivi.

In passato, gli insetti si cibavano in poco tempo dell'amido per l'eccessiva quantità di adesivo adoperata dai restauratori, mentre

oggi il fenomeno è più controllabile grazie allo spessore minimo di prodotto. Lo provano le tantissime opere trattate con l'amido, circa trenta anni fa, e conservate ottimamente presso il Gabinetto disegni e stampe degli Uffizi⁹⁵. Lo stesso discorso è valido per gli adesivi di sintesi: se un'opera viene cosparsa con rilevanti quantità di un polimero sintetico, viene certamente compromessa, come è stato ampiamente dimostrato dai disastri, evidenti alla fine degli anni Ottanta, causati dall'uso sconsiderato del Paraloid B72, la resina acrilica eletta dal mondo scientifico degli anni Settanta come panacea di tutti i mali, dai restauratori della pietra a quelli della carta. Impiegata in percentuali molto elevate e, per di più, a diretto contatto con l'opera, nell'arco di dieci-venti anni essa ha provocato irreversibili modificazioni alle opere sulle quali era stata ripassata anche in più strati⁹⁶. Nel restauro cartaceo oggi è ormai quasi completamente messa da parte, fatta eccezione per i restauratori delle carte d'archivio che continuano ad utilizzarla molto per ovviare al problema dell'enorme massa di materiale da sottoporre al restauro, di qualità molto scarsa essendo in gran parte ottocentesca. A seguito di queste pessime esperienze, i prodotti di sintesi sono stati messi sotto processo ed in conseguenza sono ritornati in auge i prodotti naturali. Allo stato dei fatti, occorre, pertanto, valutare con maggiore serenità i pro e i contro nell'uso degli adesivi di sintesi senza rafforzare luoghi comuni e fraintendimenti.

⁹⁵ Sergio Boni fu l'autore di questi restauri. Oggi, nel laboratorio degli Uffizi opera il figlio Maurizio Boni, il quale ci ha dichiarato di non adoperare gli adesivi sintetici poiché le metilcellulose gli risolvono quasi tutti i problemi.

⁹⁶ A questo proposito cfr. qui in Appendice l'intervista al chimico Giancarlo Lanterna.

Il problema centrale emerso è che non ci si può improvvisare nell'utilizzo di nessun prodotto; e soprattutto per gli adesivi di sintesi è necessario essere rigorosi, molto contano l'esperienza e le abilità personali, poiché se una carta viene eccessivamente impregnata, non è più possibile riportare il supporto alle condizioni precedenti.

A tal proposito, sono utili le considerazioni espresse da Giovanna Scicolone a seguito di alcune riflessioni sul restauro dei dipinti contemporanei:

- *I materiali sintetici plastificano il dipinto* – Cosa si intende per plastificare? (...) Se si intende che i materiali sintetici snaturano l'estetica dell'opera non è vero in quanto può accadere solo quando vengono usati in maniera scorretta (...).
- *I materiali sintetici non fanno respirare l'opera* – Se ricordiamo che una delle cause principali di degrado è il continuo alternarsi di assorbimento e cessione di umidità ambientale, che provoca continue variazioni dimensionali in manufatti le cui componenti pittoriche (rigide) mal le sopportano, dobbiamo dedurre che limitare tale comportamento non può che essere vantaggioso per il “sistema-dipinto”.
- *Non si conosce il comportamento nel tempo dei materiali sintetici* – È, nel suo valore assoluto, un'affermazione inesatta in quanto esiste una vastissima letteratura scientifica e tecnica che inquadra in modo corretto il problema, così come l'effettiva validità (limiti e vantaggi) dei test di invecchiamento accelerato che analizzano e comparano i materiali fra di loro (...).
- *I materiali sintetici ingialliscono* – Questa affermazione è, per la maggior parte dei prodotti, vera. La scelta di un materiale dipende comunque dalla sopra accennata “conoscenza per confronto”: è meglio utilizzare un prodotto del quale si sa che nell'arco di 100 anni ingiallirà leggermente (...).
- *I materiali sintetici spanciano, slittano, scorrono* – Questi comportamenti sono sempre provocati da un uso scorretto del prodotto, generalmente da un eccesso di quantità dello stesso.
- *Dopo avere usato materiali sintetici non si possono più usare altri tipi di materiale* – (...) Tutto dipende, per qualunque intervento si voglia effettuare in un secondo tempo,

da quanto le componenti dell'opera vengono lasciate porose. Se si impregna un supporto in maniera esagerata si avranno problemi per adesioni successive qualunque sia stato il materiale utilizzato (e in questo caso si avrebbero anche non trascurabili problemi estetici!).

• *I materiali sintetici sono attaccabili biologicamente* – Sì, ma fortunatamente in genere in maniera decisamente inferiore ai materiali naturali.⁹⁷

Nel tentativo di sgombrare il campo dai pregiudizi sui materiali di sintesi, la Scicolone elenca alcuni argomenti portanti a favore del loro impiego.

Tali adesivi vengono fortemente sostenuti dai biologi in quanto molto resistenti agli attacchi microbiologici e soprattutto agli attacchi entomologici, ma non può esser messo da parte un altro argomento con il quale invece se ne sconsiglia l'utilizzo, ovvero la loro irreversibilità se usati a diretto contatto con l'opera. A detta degli stessi restauratori che fanno uso degli acrilici anche a diretto contatto con il recto dell'opera (ossia utilizzandoli nella loro funzione di fissativi e consolidanti), quando lo fanno sono consapevoli che quell'azione è praticamente irreversibile.

Sono, poi, da ricordare le differenti posizioni circa la compatibilità dei materiali sintetici con la carta. A sostegno degli adesivi naturali viene, a tal proposito, giustamente sostenuto che sono matericamente più vicini alla gran parte dei materiali originali presenti nella carta. Sostenendo la loro maggiore compatibilità, si fraintende, però, tale concetto, già citato a proposito della foderatura con tela di cotone o con tela poliestere⁹⁸, poiché impropriamente accostato al concetto di somiglianza. È invece

⁹⁷ Scicolone 2003, pp. 35-36.

⁹⁸ Cfr. qui al paragrafo II.7., pp. 63-64.

certamente più corretto parlare di compatibilità chimica e compatibilità estetica dei materiali, definendo un adesivo compatibile chimicamente se è inerte rispetto al supporto cartaceo e compatibile esteticamente se non interviene a modificarne la lettura sia cromaticamente sia nell'appiattimento del segno artistico.

Per quanto riguarda la somiglianza materica fra gli adesivi naturali e la carta, dal punto di vista chimico, quanto più simili i materiali di restauro saranno al substrato, tanto più difficile sarà rimuoverli. L'asportazione degli acrilici è invece teoricamente più facile poiché si possono rigonfiare con meno danni per il supporto utilizzando mezzi non acquosi. Nonostante, però, questo vantaggio in relazione alla reversibilità, è stato constatato che diversi prodotti utilizzati non più di tren'anni fa, manifestano una difficoltà di solubilizzazione quanto meno rispetto ai solventi nei quali originariamente erano solubili.

È d'obbligo, infine, avere estrema prudenza rispetto all'acquisto degli adesivi di sintesi, poiché il campionario è talmente ampio che l'operatore potrebbe esserne disorientato, anche considerando che le ditte produttrici immettono sul mercato gli stessi prodotti con differenti nomi commerciali, oppure fanno uso della medesima denominazione per definire resine con caratteristiche diverse dal punto di vista chimico, o ancora che viene conservato il nome, ma la composizione del prodotto viene alterata senza fornirne notizia.

III.6.2. Classificazione dei polimeri e loro utilizzo nel restauro cartaceo

Il termine polimero si applica a tutte le sostanze composte da molecole molto lunghe, dette appunto macromolecole.

Si distinguono, dunque, polimeri naturali, come la cellulosa⁹⁹, e polimeri artificiali, ottenuti per sintesi in laboratorio, in numero vastissimo, con una struttura chimica molto più semplice dei polimeri naturali [fig. 41].

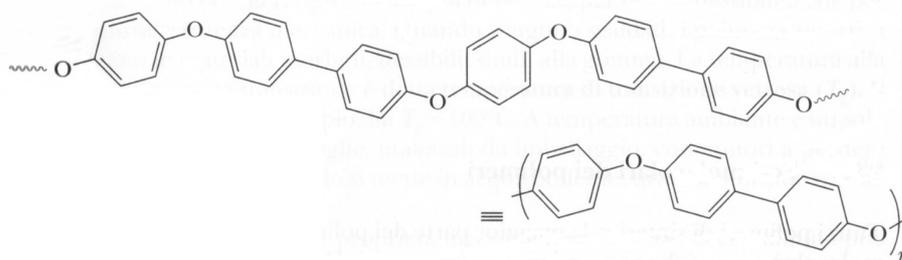


Fig. 41 La struttura di un polimero viene rappresentata mettendo tra parentesi l'unità che si ripete. La struttura dell'intera catena polimerica può quindi essere rappresentata ripetendo la struttura tra parentesi in entrambe le direzioni. Un pedice n viene messo fuori parentesi per indicare che l'unità si ripete n volte.

Partendo da composti semplici detti monomeri, la reazione chimica che avviene e che conduce alla formazione delle macromolecole è detta di polimerizzazione, e quindi i prodotti macromolecolari ottenuti sono detti polimeri o resine.

La reazione di polimerizzazione trasforma talmente profondamente le proprietà dei monomeri, che si può notare maggiore somiglianza fra diversi polimeri piuttosto che fra il polimero e il suo monomero di partenza.

⁹⁹ Cfr. qui al paragrafo I.2., p. 6.

I metodi atti a sintetizzare polimeri per via artificiale sono riconducibili a tre fondamentali tipologie di reazioni, attraverso le quali viene fatta una classificazione dei polimeri. Da varie reazioni organiche avviene la trasformazione di composti naturali già polimeri in altri derivati, dando origine alle cosiddette resine naturali modificate¹⁰⁰; dalla reazione di condensazione, si originano invece i polimeri detti di condensazione o di policondensazione, partendo da monomeri polifunzionali che reagiscono fra loro e che liberano prodotti secondari di reazione costituiti da molecole semplici come l'acqua o i sali; dalla reazione di addizione vengono, infine, generati i polimeri detti di addizione o di poliaddizione, prodotti da un tipo di reazione ripetitiva che non produce l'eliminazione di alcuna molecola.

Le resine termoindurenti sono ottenute attraverso il processo di condensazione e sono tali se “possono essere modellate quando vengono preparate per la prima volta, ma dopo il raffreddamento induriscono in modo irreversibile e non possono essere fuse”¹⁰¹. Fra queste sono comprese le resine fenoliche (di nessun impiego utile nel restauro), le resine poliesteri (adatte per la costruzione di supporti nel restauro dei dipinti su tela e su carta), le resine epossidiche (di largo utilizzo nel settore del restauro architettonico), le resine siliconiche (essenziali per il consolidamento dei materiali lapidei, degli intonaci e dei vetri), le resine chetoniche (efficaci come vernici), le resine poliammidiche (di nessun impiego nel

¹⁰⁰ Tali prodotti, detti anche semi-naturali, sono stati esaminati nel paragrafo precedente.

¹⁰¹ BROWN, FOOTE 1998, p. 902.

campo del restauro) e i polietilenglicoli (di prassi per il consolidamento del legno).

Le resine ottenute attraverso il processo di addizione hanno, invece, generalmente, caratteristiche termoplastiche, ossia presentano reversibilità con il calore, restano solubili nel loro solvente e sono rese attive attraverso evaporazione del solvente oppure attraverso il calore. Ed è fra queste che sono stati selezionati i prodotti adesivi, fissativi e consolidanti adoperati sulle opere cartacee, anche se si esprimono forti dubbi rispetto agli adesivi che si attivano solo con il calore, pur ampiamente utilizzati spesso con l'ausilio di un termocauterio.

Fra le resine poliviniliche, il vinavil, che si presta ad essere utilizzato sia in forma di emulsione acquosa, sia di soluzione in solventi organici, è stato in passato molto impiegato per la foderatura delle carte e per la legatura dei libri. Da molti anni, però, i restauratori si sono trovati davanti ai gravi danni apportati dal suo deprecabile invecchiamento, poiché il film tende con il tempo a spaccarsi, senza, tuttavia, poter essere del tutto eliminato dal supporto cartaceo. Soprattutto adoperato puro non è in alcun modo reversibile, mentre è ammesso per le legature dei libri se addizionato al Tylose in percentuale non superiore al 15%. Anzi, nei laboratori di legatoria di Patologia del libro, si sta di recente valutando l'ipotesi di un ancor maggiore impiego del vinavil, per ovviare al problema delle piccole macchie causate dall'eccessivo apporto d'acqua del Tylose, utilizzato nella ricetta in percentuale molto più alta rispetto al vinavil. Del resto è proprio il fatto di

essere solubili in solventi non acquosi a rendere in più casi indispensabile l'impiego di tutti i prodotti di sintesi.

È da segnalare, comunque, che nonostante i vinilici siano considerati assolutamente vietati nel restauro delle opere cartacee, pure in questi casi qualcuno ha continuato a farne uso, anche in anni recenti, probabilmente allettato dalla facilità del suo impiego¹⁰².

Fra i polimeri termoplastici quelli che certamente hanno incontrato maggior favore nel restauro sono le resine acriliche e metacriliche. Esse sono ottenute dalla polimerizzazione di monomeri acrilici, principalmente acido acrilico, esteri acrilici o metacrilici, e la miscela di comonomeri viene ottimizzata per ottenere copolimeri con caratteristiche particolari, come la resistenza alla fiamma, l'elasticità, il comportamento antistatico e soprattutto la scarsa tendenza alla reticolazione, cioè alla formazione di polimeri reticolati non più solubili, fatto che va a grande vantaggio della reversibilità del prodotto. Anche se, l'invecchiamento naturale di acrilici come il Paraloid B72 ha dimostrato che si possono manifestare nel tempo inaspettate reazioni proprio in relazione alla loro rimozione.

Tali resine, se adoperate sui supporti cartacei, non vanno mai impiegate pure ma sempre miscelate al Tylose e, nella funzione propria di adesivi, non utilizzate a diretto contatto con il recto dell'opera.

Il prodotto con il quale sono stati ottenuti i migliori risultati in sede di test, e dal 1994-1995 il più presente nei laboratori, è denominato

¹⁰² Un esempio è il restauro del cartone *Il Discobolo* di Andrea Appiani conservato presso il Gabinetto Disegni e Stampe della Pinacoteca di Bologna.

Plextol B500. È una resina acrilica in emulsione acquosa, un copolimero acrilato e metacrilato con caratteristiche termoplastiche a media viscosità. La veicolazione della resina avviene tramite metilcellulosa, carbossimetilcellulosa oppure tramite altre resine acriliche o toluene (i restauratori della carta la impiegano con il Tylose o il Glutofix). Resistente all'invecchiamento e trasparente, il plextol fornisce buone prestazioni nell'uso a freddo e non va soggetto a deformazioni plastiche. Può essere utilizzato anche a caldo fino a 40-60° C, ma nel restauro delle opere cartacee si adopera a freddo, poiché non ha bisogno di essere stirato per avere un buon potere aderente, essendo sufficiente fornire una adeguata pressione fino a che il solvente non sia evaporato. L'uso prevalente che se ne fa è nella fase della foderatura delle opere di grande formato con la tela poliestere.

Nella prima foderatura, fra l'opera e la carta giapponese, ai restauratori si presenta l'opzione, poiché si tratta di far aderire due carte. In questa prima fase, alcuni preferiscono adoperare solo la metilcellulosa al 4% in soluzione acquosa (è la soluzione adottata a Patologia del libro e al Gabinetto disegni e stampe degli Uffizi), altri miscelano la metilcellulosa con amido di grano al 7-9% in acqua, applicando il Glutofix o il Tylose sulla carta di supporto e l'amido di grano sul verso dell'opera (è la soluzione adottata all'Opificio delle pietre dure), altri ancora fanno intervenire gli acrilici nella minima quantità possibile, in proporzione 8:1, ossia otto parti di metilcellulosa e una parte di Plextol (è la soluzione

adottata da alcuni noti restauratori privati formati all'estero o all'Opificio delle pietre dure).

Per la seconda foderatura, fra la carta giapponese e la tela poliestere, si è obbligati all'utilizzo degli acrilici poiché altrimenti quel tipo di tela non aderirebbe al supporto cartaceo. L'adesivo si utilizza in percentuale compresa fra il 4% e il 10% disciolto in Tylose, mentre alcuni arrivano ad usare la miscela Plextol + Tylose al 50%.

Presso l'Istituto di Patologia del libro l'uso degli acrilici è invece limitato alle legature, alle coperte e per quanto riguarda le carte solo ai casi di quelle ridotte a pezzi dalla perforazione degli inchiostri ferro-gallici [fig. 42] o in altre situazioni di particolare degrado delle carte gravemente carbonizzate.



Fig. 42 Documenti in corso di restauro presso l'Istituto per la Patologia del Libro, corrosi dagli inchiostri ferro-gallici fino alla totale lacerazione del supporto.

A definire tali indirizzi guida si è giunti in seguito ad una lunga sperimentazione, partita dagli anni Cinquanta del Novecento sulla scorta dell'esempio della Biblioteca Nazionale di Firenze, prima istituzione a sostenere la sperimentazione sulle resine sintetiche.

Negli anni Sessanta l'Istituto di Patologia aveva portato avanti l'esperienza di velatura dei documenti con il velo di seta precollato¹⁰³, tecnica che fu poi abbandonata perché irrigidiva i documenti. Negli anni Settanta e negli anni Ottanta imperò il Paraloid B72, che in soluzione con l'etanolo formava un film completamente trasparente.

Questo fu condannato fra le altre cose anche come sostanza cancerogena, e dall'inizio degli anni Novanta furono sperimentate e impiegate il Primal AC33, e in seguito il Plextol B500, l'acrilico E411 e il Plexisol P550. Di quest'ultimo i tests di laboratorio furono negativi per la velatura dei documenti (fu uno dei primi tentativi di velatura con gli acrilici), mentre oggi viene usato in rari casi come fissativo. Si tratta di un polimero plastico a base di butilmetacrilato in soluzione con benzina 100/140° C, diluibile con esteri, chetoni, idrocarburi aromatici, clorurati e alifatici.

Il Primal rientra invece in quei casi di polimeri ai quali è stata cambiata la composizione chimica: la decisione presa nel 1999 dalla Rohm and Haas di mettere fuori produzione un prodotto largamente impiegato come agente consolidante e come adesivo per vari tipi di supporti, ha favorito la messa in commercio di una serie di emulsioni acriliche che ben poco hanno a che vedere con

¹⁰³ Per la descrizione della tecnica della velatura di un documento cfr. qui al paragrafo III.8

l'originale Primal AC33, ma che sono stati dichiarati come sostituti del prodotto. Allo scopo di identificare queste nuove sostanze, fu condotto uno studio nel 2003 presso l'Istituto di Chimica e Tecnologia dei Polimeri del CNR di Pozzuoli¹⁰⁴, durante il quale furono investigate la struttura chimica e le proprietà delle più comuni fra queste dispersioni acquose, comparandole con quelle del Primal AC33. Furono dunque testati il Primal B-60A prodotto dalla Rohm and Haas, e l'Acrilem IC15, l'Acrilem IC79 e l'Acrilem IC79A prodotti dalla ICAP-SIRA di Parabiago. Dalle analisi chimico-fisiche sui materiali, il prodotto che è apparso più adatto all'utilizzo per la conservazione dei materiali è l'Acrilem IC15, ma l'indagine non fu completata con le prove di invecchiamento artificiale sulla carta, e quindi non ci si può esprimere pienamente in proposito.

Un buon sostituto, almeno per la preparazione dei veli pre-collati, pare essere l'Acrilico E-411, indicato anch'esso dalla ditta Bresciani come ex Primal.

Dal momento in cui non si è stati più certi della composizione chimica del Primal, il prodotto che lo ha quasi del tutto sostituito è stato il Plextol, la resina acrilica con le caratteristiche migliori, in virtù del fatto che può essere applicata a freddo, ha eccellente forza coesiva, può venire impiegata a concentrazioni molto basse ed ha una buona resistenza alle fluttuazioni climatiche.

Ricordiamo, infine, che fra le resine di addizione, sono compresi i polimeri Fluorurati, ancora non sufficientemente sperimentati ma

¹⁰⁴ Cfr. POLYMER TESTING 2003.

che al momento paiono trovare un impiego consono nella conservazione del materiale lapideo.

Per fare calchi e per l'adesione dei supporti laminari è invece sfruttata la classe di resine che deriva dalla polimerizzazione del Butadiene e dei suoi derivati.

I poliuretani e i polistireni non trovano invece specifici impieghi nel restauro.

III.7. Consolidanti e loro proprietà

Dovendo l'agente consolidante, per sua funzione, penetrare all'interno del substrato cui viene applicato, è uno di quei prodotti sostanzialmente non più asportabili, indipendentemente dall'origine naturale o sintetica del materiale¹⁰⁵.

È evidente, dunque, che l'intervento è fra quelli più rischiosi, con conseguenze che investono sia la parte strutturale dell'opera sia la sua lettura estetica, dovendo il prodotto, nel caso di distacchi della pellicola pittorica, essere applicato non solo dal verso ma anche dal recto della carta.

Fra le proprietà richieste ad un consolidante, mentre la reversibilità ha di fatto un valore teorico, visto che solo in minima parte potrà essere eliminato un prodotto con quelle caratteristiche, le qualità da valutare sono l'inerzia chimica nei confronti del supporto cartaceo; la stabilità chimica rispetto agli agenti atmosferici, alle radiazioni luminose ed alle alte temperature; la resistenza all'invecchiamento; la trasparenza e l'assenza di colore; l'insolubilità nell'acqua e nei

¹⁰⁵ Per la definizione di consolidamento e agente consolidante cfr. qui al paragrafo III.1.

solventi organici più comuni; la solubilità in un solvente non troppo volatile per bagnare l'intero supporto senza che alcune parti si asciughino prima di altre provocando aloni, evitando contemporaneamente il fenomeno opposto della ritenzione del solvente residuo all'interno della materia; la permeabilità all'aria e al vapore acqueo, per non impermeabilizzare la carta, e soprattutto una forma fluida a bassa viscosità in maniera tale da consentire un'impregnazione omogenea che non crei tensioni localizzate. Realizzare un'impregnazione omogenea è però uno degli inconvenienti che sempre si verificano durante un consolidamento, poiché la capacità d'impregnazione dipende non solo dalle proprietà del consolidante, ma soprattutto dalle caratteristiche del substrato da penetrare, che quasi sempre presenta differenti gradi di porosità. Una volta avvenuta la penetrazione del supporto, segue un processo di presa che non deve avvenire in tempi troppo rapidi perché il consolidamento si fermerebbe allo strato superficiale del pezzo trattato, risultando così troppo debole. Da tener presente, però, che il trattamento tende quasi sempre ad avere il difetto opposto, ovvero a dar luogo ad una coesione eccessiva rispetto a quella originaria del materiale, ponendosi all'origine di tensioni generatrici di ulteriore degrado.

Secondo la tipologia del meccanismo di presa, analogamente agli adesivi, i consolidanti vengono distinti fra quelli applicati in soluzione o in emulsione e quelli applicati per fusione. Con il primo meccanismo, adoperando polimeri termoplastici, il solvente ha la funzione di veicolare il consolidante per consentirne la diffusione

all'interno della struttura decoesa, mentre con il secondo meccanismo, attraverso resine termoplastiche o sostanze naturali che fondono a bassa temperatura, il consolidamento avviene in seguito al raffreddamento del materiale.

Essenziale sarà la metodologia di preparazione dei consolidanti, poiché molti materiali polimerici sono per loro natura polifunzionali, ma ogni metodo d'uso ne potenzia le relative proprietà filmogene, adesive o coesive.

La soluzione ideale non si otterrà, però, solamente con la scelta di un materiale o di un metodo, ma con la migliore fra le possibili combinazioni dei due parametri da calibrare nella maniera più opportuna, in relazione alla porosità del supporto da trattare: le proprietà del consolidante selezionato e la sua concentrazione.

Dovendo le sostanze consolidanti soddisfare molte più esigenze rispetto agli adesivi, la scelta dei materiali idonei è molto esigua.

Per quanto riguarda le opere cartacee sono oggi estesamente utilizzati alcuni polimeri acrilici e alcune metilcellulose. Fra queste ultime, hanno dato le migliori prestazioni il Klucel G e il Kulminal. Il primo, però, nonostante le buone prove di invecchiamento e di resistenza, da non utilizzare sopra la pellicola pittorica perché lascia un effetto un po' lucido, il secondo poco conosciuto e perciò impiegato in rari casi, sarebbe invece da privilegiare perché molto più trasparente del primo.

Fra gli acrilici, il Paraloid B72 non è più adoperato, mentre alcuni restauratori dichiarano di ottenere risultati soddisfacenti con il Paraloid B67, un'altra resina acrilica derivata dal monomero

isobutil-metacrilato che, pur lasciando un film leggermente più duro del B72, viene ad esso di gran lunga preferito perché è solubile in white spirit. In rari casi e con attenzione alle qualità chimico-fisiche del prodotto si fa uso di qualche ex Primal AC33, mentre i consolidamenti più comuni sono a base di Plextol B500 o di Plexisol P550.

Con un buon risultato estetico, anche se discutibile per le prove di invecchiamento, qualche anno fa la restauratrice della Galleria d'arte moderna di Roma ha fatto uso di un vecchio consolidante naturale: la colla di storione, già adoperata nel restauro della pergamena.

III.8. Fissativi e velature

I fissativi hanno caratteristiche analoghe ai consolidanti ma, essendo dotati di una più scarsa capacità di penetrazione rispetto a quelli, il prodotto permane in superficie. Si tratta, dunque, di un trattamento che consente un maggiore controllo dell'intervento, ma certo non è esente dai medesimi rischi del consolidamento, in particolare per quanto riguarda le conseguenze sulla lettura estetica dovendo il fissativo venire a diretto contatto con il recto dell'opera. Poiché qualsiasi prodotto non sarà mai totalmente asportabile, occorre valutare attentamente se ci si trova realmente davanti ad una grave decoesione o caduta del pigmento pittorico. L'appiattimento del segno, le alterazioni dei colori e della rifrazione della luce sono infatti i gravi danni che si rischiano, rilevati

soprattutto se si impiegano resine termoplastiche attivabili esclusivamente con il calore.

L'utilizzo dei fissativi presenta tali problemi soprattutto per le tecniche più delicate, ossia i disegni eseguiti a gessetto, pastello o carboncino. In questi casi il fissativo andrebbe inevitabilmente a modificare la rifrazione della luce e ad appiattare il segno, e quindi è assolutamente da evitare, pur nella consapevolezza che sono proprio i media polverulenti a candidarsi come maggiormente bisognosi di fissaggio, poiché ogni minimo movimento contribuisce alla perdita di un materiale che per propria natura tende a spolverare.

Il gesso bianco è quello che ha la maggiore tendenza ad assorbire umidità e solventi, per cui, con qualsiasi mezzo umido si interviene, le lumeggiature di gessetto perdono inevitabilmente di intensità.

Quando ritenuto necessario, si interviene con metilcellulose, del tipo Klucel G o Kulminal¹⁰⁶, molto diluiti (0,5%) in alcool etilico, anche se è riconosciuto che il primo presenta dei problemi perché lascia in superficie una leggera patina lucida.

Continua in qualche caso a venire adoperato il Primal AC33, pur se anch'esso lascia un effetto un po' lucido, mentre la resina termoplastica più apprezzata per la sua elasticità e trasparenza è il Plexisol P550.

Evidente la necessità di considerare attentamente il solvente in cui vengono disciolti i prodotti e il solvente con il quale vengono rimossi, in relazione alle caratteristiche chimiche degli inchiostri o

¹⁰⁶ Il Tylose e il Glutofix non sono adoperati come fissativi perché sono troppo densi.

dei pigmenti da trattare. Il tanto usato Plexisol, per esempio, è reversibile solo in acetone.

Nelle funzioni di fissativo, come in quelle di consolidante, quest'ultimo acrilico è però ideale per la sua fluidità, visto che per fissare il medium occorre che l'adesivo penetri in modo omogeneo e uniforme, mentre con le metilcellulose, le gelatine e gli amidi è molto difficile che ciò avvenga in considerazione della loro maggiore corposità. Se il fissativo resta in superficie, il risultato sarà un'alterazione cromatica, e inoltre, per quanto riguarda gli adesivi naturali, c'è anche il problema del solvente acquoso che può facilmente provocare la solubilizzazione delle preparazioni spesso a base di gesso o argilla.

Come, pertanto, appare evidente, la prudenza e il criterio del minimo intervento sono da considerare, più che mai nel caso dei fissativi, i principi guida di chi opera nel settore.

La tecnica della velatura con carta giapponese rientra fra le metodologie di fissaggio temporaneo o permanente sia delle opere grafiche sia dei libri e dei documenti d'archivio¹⁰⁷.

Viene eseguita in via temporanea, per proteggere gli inchiostri e i pigmenti dai trattamenti per via umida, oppure per preservarli da operazioni, come la sfoderatura, che possono essere particolarmente traumatiche. In questi casi le opere vengono velate, prediligendo, in linea generale, le più fragili zone marginali. Solo ove necessario si può procedere alla velatura totale dello scritto [fig. 43], pratica

¹⁰⁷ Cfr. ZAPPALÀ 1978; BOLLETTINO PATOLOGIA DEL LIBRO 1978c; BICCHIERI 1982; RESIDORI, BORTOLANI, RONCI 1982; CRISOSTOMI, PLOSSI ZAPPALÀ 1983; FEDERICI, ROSSI 1983, pp. 58-62; BOTTI, SCIMIA 1996.

quest'ultima da ritenersi un'eccezione giustificata esclusivamente per le carte molto degradate.

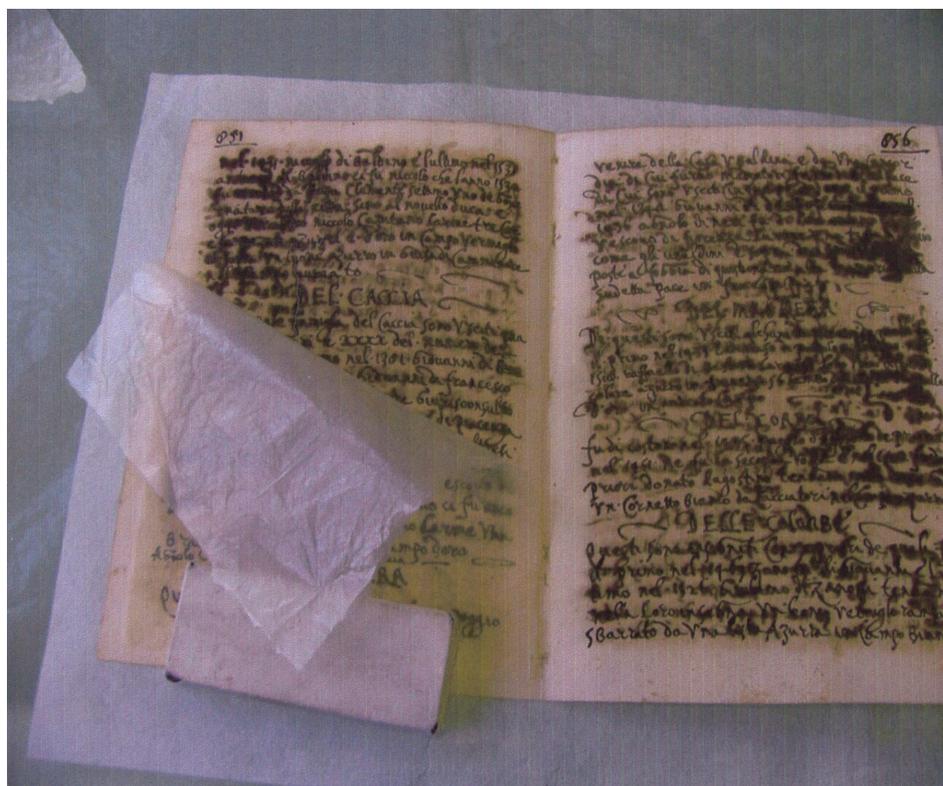


Fig. 43 Documento in corso di restauro presso l'Istituto per la Patologia del Libro durante il trattamento della velatura totale.

La tecnica della velatura totale si adopera ancora molto unicamente per i documenti d'archivio, soggetti a restauri di massa. I materiali più utilizzati a tali scopi sono il Tylose MH 300P con velo giapponese, oppure veli giapponesi pre-collati con Klucel G, con Primal E 411, con Plextol B 500 o con Paraloid B72.

La tecnica d'impiego del Paraloid è molto veloce, ma lo svantaggio sta nel fatto che costringe a velare completamente un foglio con una pressione a caldo (circa 70° C) di 150 chili di pressione per cm quadrato [fig. 44].

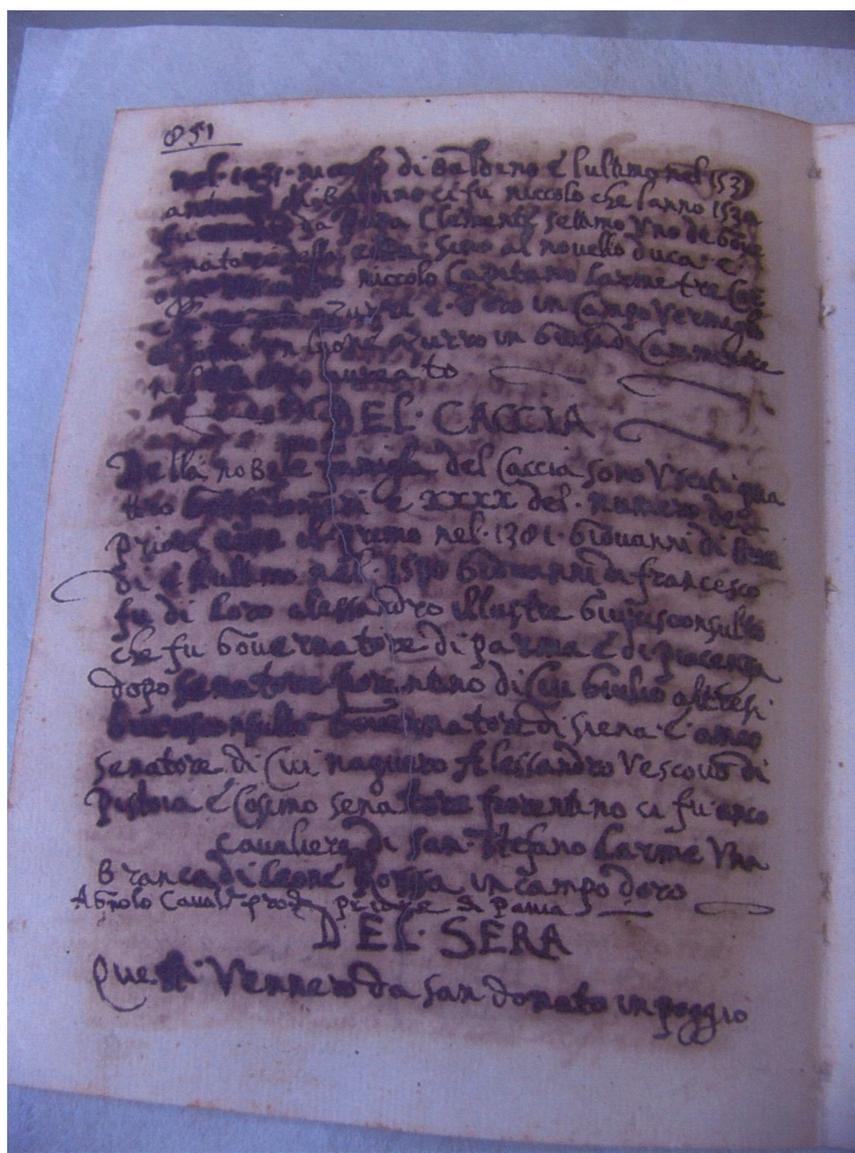


Fig. 44 Documento in corso di restauro presso l'Istituto per la Patologia del Libro, interamente velato con velo pre-collato.

Con gli altri prodotti si riesce invece a realizzare una velatura abbastanza mimetizzata solo dove serve, cioè nei punti strappati o dove c'è la perforazione, riducendo di molto l'invasività dell'intervento.

Pertanto, la tecnica adoperata di norma è la velatura in umido con Tylose, mentre la velatura totale dei fogli e l'impiego del velo pre-collato con le resine di sintesi si ritengono ammissibili nei seguenti casi:

- gravi perforazioni ad opera di inchiostri acidi (e quindi rischio di perdita di materiale)
- sostanziale indebolimento del supporto ad opera di agenti biologici – infeltrimento - o di fenomeni di ossidazione/acidità o inaridimento (e quindi rischio di perdita di materiale)
- in generale danni particolarmente estesi riguardanti il supporto tali da costituire un serio pericolo per l'integrità del documento (e quindi rischio di perdita di materiale)¹⁰⁸.

Alle operazioni di velatura deve seguire un tempo di pressatura tale da garantire una perfetta asciugatura del supporto e tale da scongiurare il formarsi di tensioni sul foglio (il tempo consigliato è di 72 ore sotto peso leggero e controllato).

A conclusione di questo excursus sui materiali adesivi, consolidanti e fissativi, si ritiene opportuno riassumere [vedi tabella 1] i prodotti maggiormente adoperati nei laboratori di restauro delle opere su carta, con una generica descrizione chimica e con la funzione che preminentemente viene loro attribuita.

¹⁰⁸ Tali sono le linee d'indirizzo dei due maggiori riferimenti istituzionali del settore, ossia l'Istituto di Patologia del Libro e la Biblioteca Nazionale di Firenze.

N°	NOME COMMERCIALE	FUNZIONE	DESCRIZIONE
1	Amido di grano o di riso	Adesivo	Polisaccaride
2	Gelatina	Adesivo	Proteina derivata da materie prime animali. 84-90% di proteine e 1-2% di sali minerali e acqua.
3	Funori	Adesivo/Consolidante	Mucillagine polisaccaride derivante dalle alghe giapponesi Endocladiaaceae
4	Tylose MH 300P	Adesivo	Metilcellulosa
5	Glutofix 600	Adesivo	Metilcellulosa
6	Plectol B500	Adesivo/Consolidante	Resina acrilica
7	Plectol D541	Adesivo	Resina acrilica
8	Acrilico E411	Adesivo/Consolidante/Fissativo	Resina acrilica
9	Klucel G	Adesivo/Consolidante/Fissativo	Idrossipropilcellulosa
10	Colla di storione	Consolidante	Colla di pesce derivata dalla vescica natatoria dello Acipenser sturio.
11	Kulminal	Consolidante/Fissativo	Metilcellulosa
12	Paraloid B67	Consolidante	Resina acrilica
13	Paraloid B72	Consolidante	Resina acrilica
14	Plexisol P550	Consolidante/Fissativo	Resina acrilica

Tabella 1 Sono elencati i materiali, definiti con il loro nome commerciale, le loro funzioni e la classe di prodotto alla quale appartengono.

III.9. I nuovi materiali in sperimentazione

Un'analisi dell'operato dell'ultimo decennio, nel settore del restauro cartaceo, non può non portare a sottolineare i notevoli

cambiamenti intervenuti grazie all'introduzione di nuovi materiali, conosciuti in Italia spesso successivamente alla prima sperimentazione statunitense.

La vivace attività dei laboratori dell'Istituto per la Patologia del Libro e dell'Opificio delle Pietre Dure è stata essenziale per la sottoposizione di questi prodotti ad ulteriori tests, per lo studio e l'applicazione di nuove tecnologie di restauro e di sofisticati metodi di indagine diagnostica.

Ogni sostanza, esaminata perché proposta dalle ditte produttrici come potenzialmente valida per scopi di restauro, viene in tali Istituti preventivamente vagliata dai chimici, dai biologi e dai fisici. Solo se i tests danno esiti positivi si dà seguito alla sperimentazione nei laboratori di restauro.

Per quanto riguarda l'Opificio delle Pietre Dure, attualmente è in corso di sperimentazione nel laboratorio chimico un idrocarburo ciclico già testato con successo per i dipinti e per gli intonaci: il Ciclododecano prodotto dalla ditta Bresciani di Milano.

Viene commercializzato in bombolette spray, ed essendo un idrocarburo è idrorepellente e ha una consistenza cerosa. Da prove fatte su materiali porosi, fra cui la carta, è stato verificato che il 95% di questo materiale, spruzzato in modo regolare, evapora in tre giorni (si arriva al 100% in più giorni, fino a 60 giorni a seconda dei casi). Questa preziosa caratteristica permetterebbe, pertanto, di impermeabilizzare il recto del supporto solo per il tempo che serve ad un lavaggio dell'opera, su l'intera superficie, oppure solo su alcune zone dell'opera sensibili al contatto col mezzo acquoso.

Per la sua qualità di fissativo e protettivo non permanente, trova già impiego in tutte le operazioni di protezione d'emergenza per i reperti archeologici, per il consolidamento di affreschi, di superfici lignee, metalliche e lapidee.

Ottima caratteristica di questo materiale è inoltre la sua reversibilità in white spirit¹⁰⁹.

Per quanto riguarda l'Istituto per la Patologia del Libro, il materiale che attualmente sta impegnando i chimici e i fisici è l'Acheogard CO sempre prodotto dalla Bresciani di Milano.

Appartenente alla classe degli elastomeri, l'Acheogard è un aggregante superficiale molto usato come protettivo idrofobizzante per materiali lapidei ad alta porosità, come marmi, pietre, cemento, laterizi e intonaci.

Presso l'Istituto romano è stato sperimentato, in collaborazione con un chimico della Bresciani, su alcune pergamene antiche che non sopportavano il lavaggio in mezzo acquoso. Il copolimero è stato adoperato al 3% in solvente (60% acetone, 37% butile acetato) e i buoni risultati ottenuti sono visibili da diversi tests. Nell'esame del deposito l'adesivo non risultava percepibile, mentre dall'esame con lo spettroscanner è risultata una alterazione cromatica pari allo 0,5% che è molto accettabile.

L'uso dell'acheogard pare aver risolto il problema del lavaggio di quelle pergamene alle quali il solvente acquoso può provocare la solubilizzazione delle preparazioni – spesso a base di gesso o argilla

¹⁰⁹ Per le caratteristiche di questo solvente cfr. l'intervista al chimico Giancarlo Lanterna qui in Appendice.

– e l’induzione di un processo di alterazione chimica della miscela pigmento-legante.

La sperimentazione del prodotto sulla carta non è ancora stata affrontata, ma è nei programmi futuri.

Accanto a queste istituzioni di riferimento, per le quali sono compito di istituto le attività di ricerca, si affiancano organismi come il CNR o l’ENEA, ma attualmente i contributi più interessanti provengono soprattutto dai progetti finanziati dalla Commissione Europea che coinvolgono diversi soggetti internazionali. Notevole è stata in questi ultimi anni l’attività di ricerca sostenuta, basti considerare il dato dal 1995 al 2004 [fig. 45], dove su 26 progetti finanziati per questo settore, 13 (50% del totale) sono relativi ai libri, 10 (38%) alle opere grafiche e 3 (12%) ai documenti d’archivio¹¹⁰.

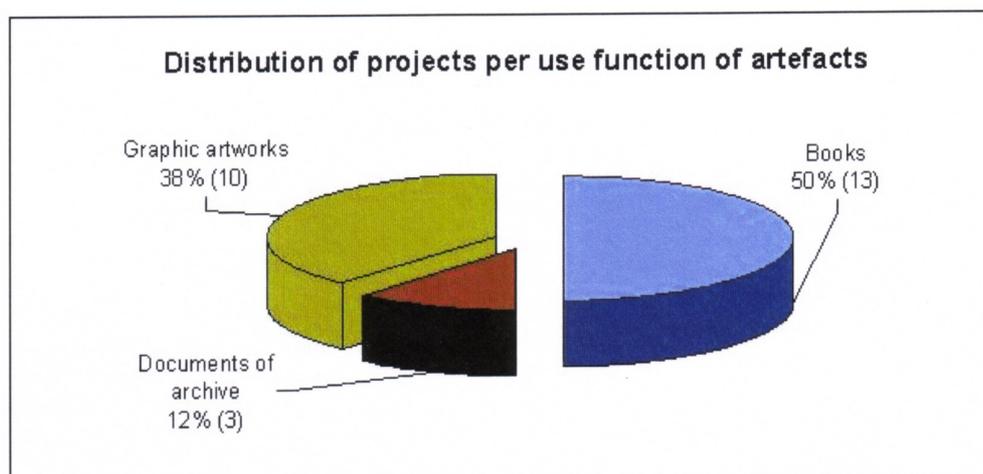


Fig. 45 Dati relativi ai progetti sulla conservazione delle opere su carta, di valore storico-artistico e culturale, finanziati dal quinto Programma Quadro delle attività comunitarie di ricerca 1995-2004 (MARTUSCELLI, TOLVE, FERRARA 2006).

¹¹⁰ Il dato è riferito da MARTUSCELLI, TOLVE, FERRARA 2006.

Fra i progetti finanziati con i fondi del sesto Programma Quadro (Specifiche Misure in supporto alla Cooperazione Internazionale fra i Paesi dell'area del Mediterraneo), il progetto denominato *PAPERTECH – Innovative materials and technologies for the Conservation of Paper of historical, artistic and archaeological value* – ha operato alcune sperimentazioni, utili nella descrizione di uno spaccato di questo panorama di ricerca.

Il Progetto ha visto coinvolti l'Italia, l'Egitto, la Spagna, il Portogallo, la Francia, il Marocco e la Giordania. Per l'Italia hanno partecipato il Consorzio sulle applicazioni delle materie plastiche e per i problemi di difesa dalle corrosioni (Campec di Portici, in provincia di Napoli), il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale di Genova (DCCI) e il Dipartimento Attività Internazionali, III Divisione, Mediterranean and Middle East e l'Istituto di Metodologie Chimiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Scopi del Progetto erano lo sviluppo di innovative tecniche diagnostiche¹¹¹, efficaci a valutare la condizione di degrado delle opere su carta di valore culturale, artistico e archeologico, e la selezione di nuovi prodotti e metodologie di restauro, con la valutazione delle conseguenze di tali trattamenti.

Fase preliminare è stata la scelta di alcune opere (per esempio l'Egitto ha lavorato su dei papiri) e di vari modelli di carte, sottoposte queste ultime ad invecchiamento accelerato e

¹¹¹ Sono stati testati nuovi strumenti di diagnostica non invasiva, come l'NMR relaxometry e l'NMR MOUSE, utili sia a determinare il degrado dei supporti sia a identificare la composizione degli inchiostri e dei pigmenti.

rappresentative di diverse qualità di carta antica e moderna. Sono quindi state sottoposte a specifici tests con i nuovi prodotti sintetizzati.

Tali materiali sono stati selezionati fra i poliuretani (alcuni poliesteri e alcuni policarbonati). Il lavoro a cui ci si riferisce è stato realizzato dal Campec in collaborazione con l'industria milanese ICAP-SIRA.

Le caratteristiche di tali prodotti soddisfano le condizioni richieste per un uso nel restauro, ossia flessibilità, trasparenza, resistenza all'invecchiamento e reversibilità. Sempre se si pone come postulato il fatto che non esiste alcun tipo di prodotto adesivo in grado di soddisfare pienamente queste esigenze, e che bisogna tener conto che con l'invecchiamento i polimeri subiscono inevitabilmente fenomeni di degrado che ne modificano le peculiarità iniziali.

Attraverso delle particolari tecnologie di sintesi sono quindi stati messi a punto prodotti polimerici ad alta reattività, che permettono di migliorare le caratteristiche dei materiali cartacei sia antichi sia moderni in stato di degrado, anche grazie all'aggiunta di un biocida che rende le carte più resistenti agli attacchi microbiologici.

Tali polimeri possono avere una buona efficacia come consolidanti e nei trattamenti protettivi della carta, considerando il fatto che, durante i processi agiti dalle sostanze, non viene modificato l'aspetto della carta.

Come Poliesteri sono stati sintetizzati i seguenti prodotti:

PES 954

PES 995

PES 990

Come Policarbonati i seguenti:

PC 954

PC 990

PC 982

Gli agenti antisettici devono essere chimicamente stabili, incolori e non tossici. I nuovi agenti antimicrobici selezionati sono di tipo semi-sintetico. Il primo è infatti prodotto da una specie di fungo aerobico, ed è denominato *Trichoderma Reesei*, il secondo, prodotto da un batterio anaerobico, è denominato *Clostridium Thermocellum*.

Per quanto riguarda le tecnologie, sempre dal medesimo gruppo di ricercatori, è stata testata la tecnica di pulizia con il laser (ampiamente adoperata per i dipinti).

Differenti modelli di carta, alcune con basso contenuto di lignina, rappresentative delle carte antiche di alta qualità, altre con alto contenuto di lignina, rappresentative delle carte moderne, sono stati sottoposti ad invecchiamento accelerato per due ore, prima di procedere al test di pulizia.

Il laser adoperato, il *Q-Switched Laser Nd: JAG*, prodotto dalla Lambda Scientifica Srl di Altavilla Vicentina (Vicenza), non è in commercio.

Lo strumento è stato azionato in modalità Q-Switch, ossia con un tempo di impulso corrispondente a 8 nanosecondi, per riscaldare il meno possibile la superficie. Ma i risultati hanno portato alla

conclusione che il laser non può essere considerato un buon metodo di pulitura per la carta, poiché provoca la rimozione degli inchiostri e di altri pigmenti.

IV. TECNICHE GRAFICHE E CASES HISTORIES

IV.1. Tecniche artistiche utilizzate su supporto cartaceo

Nel 1992, un gruppo di ricercatori del British Museum pubblicò l'esito di uno studio condotto sullo stato di conservazione e sulla tecnica artistica di 274 oli su carta – per la maggior parte opere di scuola italiana – appartenenti alla collezione del museo britannico¹¹².

Le definizioni proposte in quella sede, basate su caratteristiche di ordine strettamente formale, sono qui adottate per contribuire al chiarimento della terminologia in uso per la catalogazione delle opere su supporto cartaceo.

Innanzitutto si distinguono i termini “disegno” e “dipinto su carta”. L'oggetto è classificato come “dipinto su carta” quando la superficie cartacea è completamente nascosta dal film pittorico, e fra le sovrapposizioni di stesure cromatiche è anche presente uno strato intermedio di preparazione fra il supporto e il film pittorico, a base di gesso e colla o solo colla, finalizzato a diminuire la porosità della carta. L'uso del colore o del monocromo¹¹³ dipenderà dalla scelta estetica compiuta dall'artista.

Per la realizzazione di un dipinto su carta si trovano impiegate generalmente le tecniche ad olio, a tempera o a gouache.

¹¹² Cfr. KOSEK, GREEN 1992.

¹¹³ L'olio monocromo è detto *grisaille*.

Queste carte si presentano tutte montate su tela, tavola o cartone, e nei cataloghi è difficile supporre l'esistenza del supporto cartaceo poiché non vengono distinti dagli altri dipinti.

I problemi riguardo al loro stato di conservazione sono molto gravi a causa della permanenza del contatto fra materiali così diversi, fatto che provoca danni meccanici, come la spaccatura del film pittorico e dello stesso supporto cartaceo. Inoltre, i vecchi restauratori usavano intervenire con strati di vernice che hanno ulteriormente aggravato il deterioramento chimico del supporto cartaceo, contribuendo all'aggravamento del processo di ossidazione con un effetto di imbrunimento generale.

Gli interventi di restauro sono complicati dal fatto che la carta non può essere distaccata dal supporto rigido senza comprometterne l'identità storica e, quindi, non è possibile intervenire dal verso né sottoporre tali opere alle tecniche di lavaggio e di deacidificazione acquosa.

Le conclusioni dello studio del British Museum evidenziavano come le tecniche di realizzazione dei dipinti su carta fossero strettamente legate a quelle dei dipinti su tela e tavola, pur non intervenendo nella problematica circa le motivazioni che portarono a preferire l'utilizzo delle carte incollate su tela o tavola anziché direttamente le tele o le tavole¹¹⁴.

All'interno della casistica dei manufatti artistici su carta, i ricercatori inglesi, indipendentemente dal medium adoperato, catalogano come "disegni" quelle opere in cui il pigmento è

¹¹⁴ Diverse proposte a riguardo sono invece avanzate da BAUER 1978; SCIOLLA 1999; EASTLAKE 1999 e RIGACCI 2004.

presente solo in alcune zone e, non riscontrandosi, quindi, lo strato intermedio di preparazione, la superficie cartacea viene sfruttata come sfondo. Sono compresi fra i disegni sia gli schizzi, caratterizzati dalla tecnica veloce, sia i bozzetti, sempre contraddistinti da forme abbozzate ma con un uso della materia pittorica molto più corposa rispetto allo schizzo.

Oltre all'olio, alla tempera e alla gouache, i disegni possono essere eseguiti a carboncino, a carboncino grasso, a pastello, a matita, ad acquerello, a sanguigna, a punte di metallo, a stiletto, a pietra nera, a grafite, a gesso bianco e ad inchiostro. Questi ultimi possono essere bruni (inchiostro di seppia, bistro e nero-fumo), colorati oppure metallo-gallici¹¹⁵.

Il medium prescelto incide sui processi di degrado della carta, e orienta l'intervento di restauro e le soluzioni connesse alla sua conservazione. Per esempio, molte tecniche di disegno resistono male all'acqua. Nello specifico, non sopportano alcun trattamento acquoso lo stiletto, la punta di metallo, il carboncino, la matita, le pietre, il pastello, l'inchiostro metallo-gallico, il gesso, la sanguigna, la tempera e la gouache, mentre la matita di grafite, gli inchiostri bruni, gli inchiostri colorati, gli acquerelli e gli oli possono tollerare il mezzo acquoso. In qualsiasi caso, però, sarà opportuno procedere per piccoli saggi, soprattutto per alcuni inchiostri colorati moderni che possono avere reazioni imprevedibili.

¹¹⁵ Gli inchiostri metallo-gallici hanno un effetto corrosivo dovuto alla loro acidità. Cfr. qui al paragrafo II.4. Per la descrizione storica e delle modalità di impiego di tutte le tecniche elencate cfr. PETRIOLI TOFANI 1981; CORRIGAN 1991a; RESTAURO ONLINE 2005.

Le tecniche più delicate sono il gessetto, il pastello e il carboncino, tecniche polverulente che mal sopportano qualsiasi manipolazione: ogni incauto movimento sottrae materiale a queste opere che tendono a spolverare. In particolare le lumeggiature di bianco, così preziose per modellare le forme, e realizzate con gesso bianco naturale a base di carbonato di calcio, oppure con matita bianca fabbricata con bianco di piombo, oppure con pastello bianco, hanno un delicato tratto polveroso molto sensibile allo sfregamento. Soprattutto le lumeggiature realizzate a secco hanno una pessima resistenza all'umidità.

Numerose sono le tipologie di opere su supporto cartaceo. L'operatività nel campo di questo settore di restauro si esplica su tipologie di opere "tradizionali" come i disegni, i dipinti su carta, le stampe e i cartoni preparatori, ma anche su una grande casistica di oggetti di arti applicate come le carte da parati, i manifesti, i ventagli, i paraventi, i globi geografici, le statue in cartapesta e gli apparati scenici.

Nell'intenzione di illustrare alcuni interventi di restauro, nei prossimi paragrafi sono state selezionate tre tipologie di oggetti artistici: i cartoni preparatori, i manifesti e le carte da parati. Tutte opere che rientrano nel particolare campo dei grandi formati, e il cui trattamento, a causa delle dimensioni, comporta attrezzature e ambienti specifici. Parlare di opere di grandi dimensioni, ci porta a considerare da una parte i problemi delle loro tecniche grafiche, pittoriche o di stampa, dall'altra parte le esigenze di montaggio, di esposizione e di conservazione, scelte delicate che vengono risolte

con soluzioni, che diventano concrete espressioni di orientamenti di restauro, che non trovano unanime consenso.

Nella tipologia di grande formato sono compresi cartoni preparatori per affreschi o per arazzi, grandi disegni di progetti architettonici e di scenografie, carte da parato su pareti e su soffitti; ma anche opere come carte geografiche, piante e manifesti, che, insieme al problema delle dimensioni, pongono quello della quantità, e per le quali è spesso attuato un intervento di massa.

Le dimensioni sono estremamente variabili e possono essere comprese fra due metri quadrati fino a centocinquanta metri quadrati e più.

L'invenzione della macchina continua¹¹⁶ permise, dalla fine del Settecento, di ottenere dei rotoli di carta di dozzine di metri, ed è per questo che da quell'epoca troviamo degli oggetti di grandi dimensioni composti di pochi grandi fogli, mentre prima del XIX secolo, era necessario assemblare dei fogli molto più piccoli fabbricati a mano (limitati alle dimensioni dell'apertura delle braccia del corpo del lavorante) e giuntati per le estremità sia in senso orizzontale sia in senso verticale. Al momento del restauro occorre tener presente che la carta continua si distende molto più di traverso che nel senso della macchina, e particolare attenzione deve essere fatta nel lavaggio e nell'asciugatura dei vari pezzi, che solo se mantengono lo stesso grado di umidità subiranno la medesima variazione dimensionale e quindi non daranno problemi al momento

¹¹⁶ Cfr. qui al paragrafo I.1.

del rimontaggio, quando dovranno essere nuovamente combaciati i fogli.

Numerosi sono gli esempi di grandi formati incollati su cartone, oppure su tela di cotone, lino e canapa per risolvere il problema dell'esposizione, posto dall'estrema fragilità dovuta alle dimensioni. In sede di restauro, generalmente si è costretti a procedere al distacco di tali deteriorati supporti¹¹⁷.

All'interno della casistica selezionata, sono riferiti i restauri di due cartoni preparatori, di due collezioni di manifesti e di una carta da parati. Fra i casi esposti, è descritto anche il restauro di un'incisione (sempre di grande formato) in corso d'opera presso l'Istituto di Patologia del libro.

IV.2. I manifesti e le tecniche di stampa

Per incisione si intende ogni tecnica, artistica o industriale, che elabora con l'intaglio una matrice destinata ad essere stampata in più esemplari.

Sempre succube della propria figlia, la stampa, fino a confondersi con essa nel nome volgare, l'incisione suole essere suddivisa in tre grandi categorie, a seconda del materiale sul quale si incide: le xilografie, ottenute da matrici in legno, le calcografie, da matrici in metallo e le litografie, da matrici in pietra¹¹⁸.

La tecnica più antica è la xilografia, le cui origini si fanno risalire tra la fine del XIV e l'inizio del XV secolo.

¹¹⁷ Cfr. qui al paragrafo II.5.

¹¹⁸ Per la descrizione storica e delle modalità di impiego delle tecniche di stampa cfr. JAMES 1991b.

Le incisioni calcografiche si ottengono attraverso gli strumenti del niello o del bulino, oppure attraverso il procedimento dell'acquaforte, il più noto fino all'invenzione della litografia.

Altre tecniche calcografiche sono la maniera nera e la puntasecca.

Dall'acquaforte, che si basa nell'immersione della lastra in una bacinella di acqua con acido, derivano altre tecniche attraverso le quali si ottengono varie intensità di contrasti cromatici: la vernice molle, il punteggiato e l'acquatinta. Sottospecie dell'acquatinta è la maniera a lavis, inventata nel XVIII secolo per imitare le sfumature del disegno e quindi la sovrapposizione dei colori.

La tecnica incisoria con procedimenti più semplici è certamente la litografia. Sperimentata nel 1799 da Senefelder, ebbe un successo strepitoso come tecnica di riproduzione e di illustrazione durante la prima metà del secolo XIX, ma ebbe riconoscimento come espressione artistica autonoma solo verso la fine del secolo.

Con il movimento Liberty conobbe la sua epoca d'oro il manifesto pubblicitario come privilegiato mezzo di comunicazione visiva di massa. Nelle dimensioni attuali di grande formato, il manifesto ha origine durante la prima rivoluzione industriale, e non a caso, la storia del manifesto ripercorre lo sviluppo della società industriale. Dalla seconda metà dell'Ottocento sarà realizzato attraverso la tecnica litografica.

Dal momento in cui questo prodotto pubblicitario viene stimato anche nella sua valenza storico-artistica, si pongono in evidenza i problemi rispetto alla conservazione di oggetti caratterizzati da una destinazione effimera. La modesta qualità della carta da stampa

impiegata e le vicissitudini subite dal loro utilizzo, contribuiscono, difatti, alla fragilità dei prodotti in questione, sin dalla loro fabbricazione.

A fronte di queste difficoltà c'è, però, il vantaggio che tutte le tecniche incisive sopportano abbastanza bene qualsiasi tipo di trattamento eccetto quello della smacchiatura, poiché sono rese molto stabili dall'uso dell'inchiostro a base oleosa che non è solubile in acqua.

Nel caso di una stampa colorata occorre valutare se la colorazione è stata eseguita con i colori di stampa. Mentre, infatti, i colori calcografici o litografici resistono molto bene all'acqua per la composizione dell'inchiostro a base di sostanze grasse, la colorazione eseguita in una fase successiva alla stampa è realizzata ad acquerello o a tempera e richiede differenti attenzioni.

Gli inchiostri da stampa si compongono principalmente di olio cotto, di olio di lino, di un pigmento tritato o di un colorante. Sono quindi a base di olio, fatta eccezione per le prime incisioni in rilievo su legno, stampate con inchiostro ad acqua. Quest'ultimo, non poté più essere adoperato perché le incisioni in cavo necessitavano di inchiostri con sufficienti caratteristiche di viscosità, qualità donata dall'olio cotto.

IV.3. I Manifesti Salce e Bertarelli

La collezione Salce è la più importante raccolta di manifesti esistente in Italia. Nata per volontà del trevigiano Nando Salce, è in deposito dal 1968 presso il Museo civico di Treviso.

L'arco cronologico della collezione va dal 1844 al 1962, anno della morte del collezionista. La raccolta, iniziata nel 1895, era ospitata nella soffitta del suo palazzo, dove i manifesti erano sistemati in pile su dei tavolati. Quelli che il proprietario aveva piacere di vedere spesso, erano agganciati alle travi per mezzo di un attrezzo di sua invenzione che permetteva di sfogliarli come le pagine di un volume.

A suo modo, dunque, il collezionista si era posto e aveva risolto i problemi della conservazione e della fruizione.

L'anno 1974 fu cruciale per la conoscenza della collezione. Dopo cinque anni era terminata l'inventariazione, la catalogazione e la riproduzione su diapositive a colori di tutti i manifesti, lavoro al quale sovrintese il direttore del Museo civico di Treviso Luigi Menegazzi.

La sorpresa fu costituita dal numero esatto dei pezzi: Salce riteneva di possederne circa 14.000, ne furono contati, invece, 24.580.

Negli anni successivi furono affrontati i problemi relativi alla fruizione, alla conservazione e al restauro.

Per quanto riguarda l'esposizione, essendo impensabile la mostra permanente dell'intera collezione, è stato avviato dal 1982 un soddisfacente programma sistematico di esposizioni temporanee per autore o per tematiche.

La conservazione della raccolta ha presentato invece diversi problemi. La prima sistemazione era ispirata alle soluzioni ideate da Nando Salce: i manifesti sono stati attaccati a mazzi di cinquanta su sostegni di ferro. Il metodo d'archiviazione, però, era molto

scomodo per la consultazione e non garantiva alcuna protezione dagli incendi. Si è successivamente studiata una soluzione con armadi metallici chiusi. Ma ancora oggi molti manifesti sono conservati uno sull'altro su piani rigidi.

Una campagna di restauro della collezione apparve una scelta inevitabile, cominciando da quelli che, essendo stati affissi sui muri prima di essere "eletti" a pezzi da collezione, presentavano vasti rappezzi sul verso.

Nel secondo dopoguerra, quasi tutti i pezzi furono controfondati lungo i bordi con carte gommate che, col tempo, hanno ceduto alla carta la colla in esse contenuta causando vistose macchie. Sono tutti estremamente delicati nei margini e tendenti alle rotture in corrispondenza delle piegature dei fogli.

Si tratta, generalmente, di cromolitografie di diverse misure che rispecchiano quasi sempre lo standard di multipli o sottomultipli della dimensione base di cm 100 x 140. Quelle più piccole sono di cm 32 x 22 e cm 50 x 70; le più grandi partono da cm 200 x 140 e raggiungono i cm 200 x 350. Il manifesto di maggiori dimensioni finora restaurato, di cm 200 x 350, era costituito da otto pezzi, una buona parte è invece composta di due fogli.

Nella collezione si trovano manifesti liberi dalle tele, quelli intelati dagli stessi cartellonisti e quelli foderati da Nando Salce.

Quando i cartellonisti decidevano di conservare qualche pezzo lo foderavano con tela di cotone. La tela era attaccata direttamente al manifesto e non superava i margini dello stesso. Nando Salce, invece, usava una tela più sottile, incollata sempre direttamente sul

manifesto, ma i bordi della tela fuoriuscivano ampiamente dai margini del manifesto.

Queste foderature rivelarono ben presto i loro problemi, ed evidentemente, anche per questo motivo, Salce negli ultimi anni privilegiò lo scotch, novità del mercato, che col tempo apporterà danni ancor più gravi.

Da quando la collezione è custodita presso il Museo civico di Treviso, sono state sperimentate diverse foderature di restauro.

La prima, eseguita con una tela molto spessa con i margini rivoltati e cuciti sul recto del manifesto, compromette le qualità fisiche delle opere, appesantendole notevolmente, e appare assolutamente deturpante per le qualità estetiche del manifesto.

Dagli anni Ottanta è intervenuta la supervisione della Soprintendenza ai beni artistici e storici del Veneto. Fra il 1985 e il 1986, fu saggiata una foderatura con sola carta giapponese, ma i restauratori che allora intervennero la trovarono del tutto insoddisfacente soprattutto per i grandi formati: i bordi, in particolare, si tagliavano molto facilmente.

Da allora non è stata più esaminata la possibilità di rivolgersi ad altre figure maggiormente esperte nelle foderature con sola carta giapponese.

I successivi due tipi d'intervento sono stati ad opera di due restauratori propugnatori della foderatura con tela. Nel 1987 il restauratore Carlo Bellei di Bologna, su indicazione della Soprintendenza del Veneto, dette il via ad una lunga campagna di restauri.

Dopo aver eseguito una pulizia a bisturi, eliminando i rappezzi, le carte gommate ed ogni altro residuo dei precedenti interventi di restauro, foderò le opere con carta giapponese; quindi, le incollò con Glutofix 600 e Tylose MH 300P su carta bianca occidentale, e questa a sua volta su tela di puro cotone.

Questo tipo di foderatura ha certamente molto attenuato le tensioni fra carta e tela, ma il materiale di restauro finisce complessivamente per superare di molto lo spessore dell'opera appesantendola e privandola per sempre delle sue caratteristiche di morbidezza e di flessibilità.

Il lavoro di Bellei era completato con un margine di due/tre centimetri di carta e tela, lasciato attorno ai bordi del manifesto, in modo da poterci poggiare la cornice di legno.

Da qualche anno, Carlo Bellei, oberato da altri impegni, è stato sostituito da Elena Allodi, un'altra restauratrice segnalata dalla Soprintendenza, ex allieva dell'Opificio delle pietre dure.

Dopo la pulizia a secco dell'opera e l'eliminazione dei residui dei vecchi restauri, Elena Allodi è intervenuta con qualche solvente nel tentativo di cancellare le tracce del nastro adesivo. Trattandosi di colori litografati ha potuto eseguire un lavaggio con acqua tiepida per tamponamento, facendo attenzione a non intervenire sui timbri che invece sono solubili in acqua. Ha rivestito l'opera con un velo molto fine di carta giapponese, facendolo aderire al manifesto con una miscela di Tylose MH 300P e Plextol D500 in proporzione 8:1; in seguito è intervenuta con un secondo strato di washi di spessore maggiore e quindi con una tela al 100% in poliestere.

L'adesivo adoperato a contatto con la tela è sempre a base di Tylose e Plextol, ma in proporzione molto maggiore rispetto alla velatura dell'opera (precisamente in rapporto 3:1).

Fra la carta giapponese e l'opera la proporzione fra Tylose e Plextol è invece di 5:1.

L'integrazione delle lacune è stata eseguita con carta giapponese e Tylose, mentre l'integrazione cromatica è stata compiuta sia con pastelli sia con acquerelli.

La non ottimale situazione di conservazione dei manifesti scongiurerebbe la scelta della tela di cotone (anche se da Bellei non sono state utilizzate colle organiche), perché i parametri ambientali presenti nelle sale di conservazione non sono ideali, mentre la tela in poliestere, soggetta a minimi movimenti, preserva l'opera dalle tensioni meccaniche causate dalle variazioni termoigrometriche.

Certo dal punto di vista estetico, è incontestabile l'aspetto "freddo" della tela in poliestere, ma nell'intervento di Elena Allodi la tela non è in nessun punto visibile dal recto, contrariamente all'intervento di Bellei.

Da sottolineare, però, la scelta di questa restauratrice, non più condivisa dall'Opificio delle pietre dure, di utilizzare l'acrilico anche a diretto contatto con l'opera, pur se in minime quantità.

Aver, comunque, adottato due contrastanti metodi di restauro nelle opere della stessa collezione, crea un interessante terreno di confronto, che nei prossimi anni, analizzando gli effetti dell'invecchiamento naturale, sarà certamente portatore di stimolanti comparazioni sulle tecniche e i materiali adoperati.

In maniera simile, Elena Allodi è intervenuta anche sui manifesti Bertarelli, recentemente in corso di restauro nel suo studio privato di Brescia.



Fig. 46 Manifesto cromolitografato della Collezione Bertarelli. In questa fase è già stato foderato con la tela poliestere (ancora visibile attorno ai bordi) ed è in corso di realizzazione l'integrazione cromatica con pastelli e acquerelli.

Il nucleo originario della Civica Raccolta delle stampe Achille Bertarelli, istituita dal Comune di Milano al primo piano della cortina sud del Castello Sforzesco, è costituito da un vastissimo patrimonio di stampe, disegni e materiale fotografico, donati dal collezionista cui la Raccolta è intitolata. Grazie alle acquisizioni



Fig. 47 Manifesto cromolitografato della Collezione Bertarelli. In questa fase del restauro è stato foderato con carta giapponese ed è stato posto in tensionamento temporaneo su pannello ligneo in attesa della completa asciugatura.

dirette e alla generosità di altri mecenati, il notevole incremento, che si è verificato in oltre settant'anni, ha portato il patrimonio

Bertarelli ad essere oggi costituito da circa 1.000.000 di stampe e disegni e oltre 30.000 fotografie.



Fig. 48 Manifesto a tempera della Collezione Bertarelli. In questa fase del restauro è stato foderato con carta giapponese ed è stato posto in tensionamento temporaneo su pannello ligneo.

La Collezione resta, comunque, fortemente caratterizzata dall'impronta di grande modernità che le diede il Bertarelli, facendo convivere gli oggetti d'autore accanto ad una miriade di testimonianze iconografiche delle più varie manifestazioni della vita quotidiana, "documenti minori" che solo fortuitamente hanno evitato il loro destino di essere cestinati: ex libris, biglietti da visita, manifesti (circa 2.000), tessere, calendari, inviti, cartoline e finanche fatture e ricevute.

I manifesti restaurati si presentavano distinguibili in tre tipologie: i manifesti non controfondati, in pessime condizioni perché maggiormente ossidati, con lacune molto estese e con profondi segni di piegature; i manifesti controfondati in carta e/o tela, danneggiati, ma in condizioni migliori dei precedenti perché la foderatura ha impedito la perdita irreversibile di parte dei supporti; i manifesti intelati e intelaiati su telaio di legno, opere che hanno subito non solo i danni delle cattive foderature, ma anche abrasioni, lacune e sfondamenti causati dai chiodi in materiali ossidabili, dai ganci di sospensione (applicati sul verso in occasione di mostre temporanee e non più rimossi) e da una movimentazione non accurata durante il loro trasporto.

Il tipo di intervento eseguito ricalca quello dei Manifesti Salce, con la differenza che per quelli Bertarelli è stato necessario pensare ad un montaggio su telaio per le esposizioni.

Per alcuni casi è stato recuperato il telaio preesistente, per altri ne è stato costruito uno nuovo, sempre in legno. Il nuovo supporto, composto da poliuretano rivestito da due strati di cartoncino non

acido, ha una grammatura molto contenuta pur costituendo una buona protezione da urti e sfondamenti accidentali. Fra l'opera e il telaio è stato inserito uno strato di Carton Plume di 10mm di spessore, al quale il manifesto aderisce attraverso dei falsi margini in carta giapponese.

Sono stati restaurati manifesti cromolitografati [fig. 46 e 47], ma anche alcuni manifesti eseguiti a tempera [fig. 48], gessetto e pastello. In qualche caso, anche per i gessetti e per i pastelli, è stato eseguito un deprecabile fissaggio. Le carte sono state trattate con Klucel G molto diluito (0,5%) in alcool etilico, applicato attraverso uno spruzzatore, velando temporaneamente l'opera con un "tessuto non tessuto", un materiale molto utilizzato per proteggere le carte durante alcune fasi aggressive del trattamento, oppure per evitare che si lacerino durante il lavaggio.

IV.4. L'incisione del Vasi

Presso il laboratorio dell'Istituto di Patologia del libro era qualche mese fa in corso di restauro l'incisione del Vasi¹¹⁹ *Veduta di Roma*, opera di grande formato che presentava una grave ossidazione su tutto il supporto cartaceo (la carta era diventata di colore marrone).

La stampa era incollata per intero su una spessa tela di cotone della quale si è resa necessaria la rimozione. Durante tale distacco, è risultato evidente che la carta non presentava vergellatura, quindi la data 1765, leggibile sull'opera, non poteva essere ritenuta veritiera,

¹¹⁹ Giuseppe Vasi, pittore e incisore italiano (Corleone 1710-Roma 1782).

trattandosi certamente di una carta moderna, probabilmente ottocentesca o addirittura dei primi del Novecento. L'analisi, ancora non compiuta, di alcune filigrane individuate, darà indicazioni più precise sulla fabbricazione della carta. Comunque, si tratta di una produzione molto superiore rispetto al 1765.

Considerata la data settecentesca dell'opera, all'inizio i restauratori avevano addebitato il forte imbrunimento solamente alla qualità dell'adesivo di farina mescolato ad una resina naturale come l'allume o la colofonia (adoperata per far in modo che la colla facesse più presa sulla tela), e alla prolungata esposizione ad una intensa fonte luminosa. Con la scoperta invece della recente fabbricazione della carta, è parso evidente che ad originare questa disastrosa ossidazione fossero innanzitutto le pessime caratteristiche di una carta derivata dalla pasta di legno¹²⁰. L'imbrunimento è generale, salvo in alcune piccole zone su cui è sgocciolato dal retro della calce, utilizzata verosimilmente durante una tinteggiatura del soffitto o di una parete della stanza dove era esposta l'opera. La calce ha avuto un'azione deacidificante e dunque ha schiarito alcuni punti della stampa.

L'opera era montata su un telaio ligneo e purtroppo la tela di rifodero era stata incollata al telaio lungo tutto il suo perimetro.

L'intervento di distacco più delicato è stato, però, quello che ha separato la tela dalla carta.

Per eliminare il vecchio adesivo sono stati utilizzati una fonte d'umidità e gli enzimi, nello specifico un'alfamilasi in compresse

¹²⁰ Cfr. qui al paragrafo I.1.

prodotte dalla Glug. Sfruttando l'azione catalitica dell'enzima è stato facilitato il lavoro di pulitura sul verso dell'incisione.

Si è quindi potuto procedere alla rimozione della tela a secco che veniva via a brandelli, perché anch'essa, interessata da una degradazione ossidativa piuttosto forte, si frantumava alla minima sollecitazione.

In seguito all'azione degli enzimi, i residui dell'adesivo naturale sono stati anch'essi eliminati a secco poiché il prodotto è diventato molto polverulento.

Molte sono le lacerazioni del supporto, alcune delle quali sono state in passato suture con carta moderna e colla vinilica. Questi sono i punti in cui è risultato più difficile l'intervento a causa dell'utilizzo del vinavil puro sia sulla tela sia sulla carta. Conseguenza grave per entrambi i supporti è stato, infatti, l'irrigidimento, per cui, se nelle altre zone la tela è stata rimossa senza problemi, in queste zone, che per di più erano lacerate, la tela, secca e indurita, si è staccata difficilmente e la carta, anch'essa non più morbida, ha fatto una tale resistenza da aver provocato altre microfratture durante il distacco del tessuto.

Infine, sono state eseguite le lacerazioni delle lacune, il rinforzo dei margini e il montaggio finale.

Visto che la carta ha una buona tenuta, anche a dispetto dell'ossidazione, si è preferito non solo non rifoderare con tela, ma anche evitare una foderatura con carta giapponese su tutta la superficie. Solo lungo i margini sono state applicate delle bande di carta giapponese che poi verranno montate su una struttura di

sostegno (probabilmente l'aerolam), usando come schermo fra l'opera e il telaio dei cartoni non acidi a lunga conservazione.

IV.5. I cartoni preparatori

Considerando l'esiguo numero di esemplari ancora esistenti, nell'ambito della salvaguardia dei grandi formati su carta, riveste una notevole importanza il recupero e la conservazione dei cartoni. La loro funzione era molto varia: alcuni erano eseguiti per essere esposti montati su tela e telai alla stregua di qualsiasi pregiato dipinto, ed erano i cosiddetti *ben finiti cartoni*¹²¹, pezzi di pura bravura artistica; altri invece erano molto manipolati perché utilizzati come progetto grafico di una pittura, in scala 1:1 rispetto all'opera definitiva. Quest'ultimo caso è quello dei cartoni preparatori per affreschi o arazzi, utilizzati a partire dal XVI secolo, con le linee del disegno traforate con un chiodo per eseguire lo spolvero, tracce di polvere di carbone e i segni delle giornate di lavoro progettate dall'artista. I cartoni preparatori erano quindi uno strumento di lavoro, un modello a grandezza naturale di quella che sarebbe stata l'opera finale sull'intonaco o sul tessuto, compiuta la quale, venivano accantonati finendo per deteriorarsi e andare perduti. Ad un certo punto, essendo riconosciuto il loro valore di opere autonome, alcuni di essi hanno avuto una fortuna collezionistica che li ha fatti giungere fino a noi come preziose opere autografe.

¹²¹ L'espressione è usata dall'Armenini. Cfr. ARMENINI 1586, p. 99.

Dal *bel finito cartone* era invece d'uso trarre delle copie, una sorta di cartoni sostitutivi da utilizzare secondo le pratiche dei cartoni preparatori e senza aver cura della conservazione, lasciando intatto il modello originario per le eventuali repliche successive e per gli scopi collezionistici ed espositivi.

Riguardo i problemi da affrontare per il restauro di un cartone, le notevoli dimensioni rendono talmente difficoltosa la sua manovrabilità durante l'intervento, da far sì che diventi inevitabile lo smontaggio in più frammenti, con il rischio di non poter assicurare la precisa ricomposizione dell'opera. Per non perdere il controllo della situazione, prima di cominciare il restauro, è essenziale quindi fare un rilievo preliminare, attraverso un calco, di tutti i fogli che compongono il cartone e di ogni sua anche minima lacuna.

Per l'esecuzione dei cartoni erano utilizzate le medesime tecniche pittoriche dei piccoli formati: matita, gessetto, acquerello, tempera, gouache, pastello, carboncino, sanguigna e inchiostro.

Il grande formato rende naturalmente ancora più delicato il trattamento delle tecniche a pastello, a carboncino, a gessetto e ad inchiostro metallo-gallico. Qualche volta la manipolazione di queste carte viene facilitata dal fatto che sono state fissate dallo stesso artista o più spesso fissate durante precedenti restauri; quando questo non è avvenuto, non sarà possibile procedere ad un fissaggio, in particolare delle lumeggiature a gessetto, senza far perdere intensità al segno. Il restauro di queste opere va quindi eseguito a secco, ma con divieto di spolveratura e di sgommatura.

Con il tempo, infatti, la materia del gessetto, del pastello e in misura minore del carboncino, estremamente volatile per la scarsa aderenza dei pigmenti al supporto, si estende in uno strato leggero anche all'interno delle zone disegnate, dando origine ad una sorta di patina che non va cancellata, pena la provocazione di uno squilibrio fra il tratto invecchiato del disegno e il supporto troppo chiaro.

Per i cartoni da spolvero è molto importante avere un'ulteriore attenzione rispetto ai semplici disegni: conservare i segni delle punzecchiature che sono la testimonianza dell'utilizzo di questi oggetti. Soprattutto durante le eventuali operazioni di foderatura, sarà pertanto necessario non spianare troppo questi tagli.

IV.6. Il cartone *Venere e Cupido* attribuito a Michelangelo

Nella storia dei restauri “eccellenti” eseguiti presso l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, una pagina importante è riservata sicuramente al cartone *Venere e Cupido* del Museo di Capodimonte di Napoli [fig. 49], del quale si riesaminò lo stato conservativo, in occasione della mostra del 2002 presso la Galleria dell'Accademia¹²², decidendo per un intervento di restauro attuato a gennaio 2003 e conclusosi a settembre dello stesso anno.

Il restauro, diretto da Cecilia Frosinini, fu affidato alle mani di Letizia Montalbano e Michela Piccolo, con la collaborazione di Filippo Capellaro.

L'opera ha una storia di primissimo piano, in quanto appartenuta a Fulvio Orsini, il quale, con testamento redatto il 31 gennaio 1600,

¹²² Cfr. FALLETTI, NELSON 2002.

legò al cardinale Odoardo Farnese la sua importante collezione di oggetti d'arte e di antichità in ringraziamento per la protezione accordatagli.

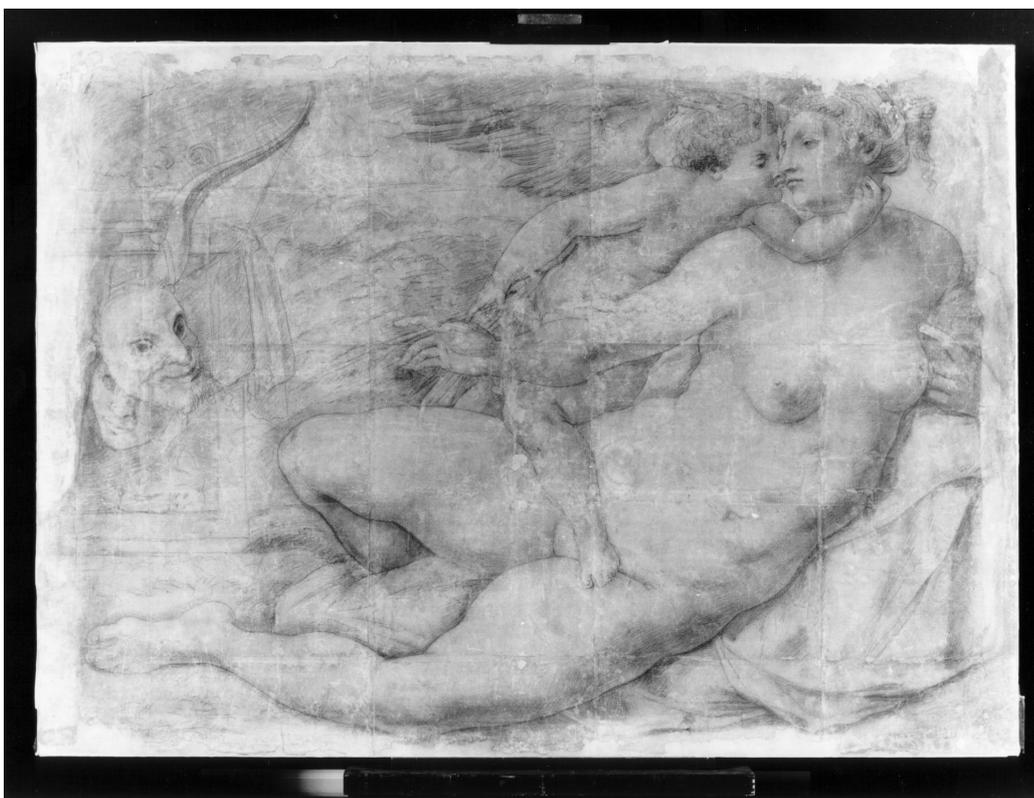


Fig. 49 Michelangelo (attr.), *Venere e Cupido*, prima del restauro.

Le fonti di quell'epoca riferiscono l'attribuzione del cartone a Michelangelo. Nel tempo la critica, dismettendo l'ipotesi di autografia michelangiotesca, si era sempre più orientata a considerare l'opera un disegno di grandi dimensioni di derivazione michelangiotesca – inseribile nella tipologia dei *bei finiti cartoni* –

alternando i nomi di Pontormo, Bronzino e Allori nell'eventuale paternità dell'opera¹²³.

Esistendo in pittura tre repliche a noi note del soggetto¹²⁴, è stato ipotizzato che il cartone di *Venere e Cupido* dovette essere stato replicato più volte attraverso cartoni sostitutivi, poi impiegati per la trasposizione del disegno sui dipinti.

Una serie di indagini riflettografiche compiute su tali opere, che hanno le stesse dimensioni e che appartengono stilisticamente all'entourage di Michelangelo, ha potuto appurare che alla base di tutte vi fu l'utilizzo di uno stesso cartone preparatorio, verosimilmente quello di Napoli. Da tali riflettografie IR, alcune tracce riconducibili ad una tecnica di riporto a ricalco da cartone, sono infatti riscontrabili lungo il contorno di Venere e parzialmente sulla figura di Cupido e sulle maschere, proprio in corrispondenza delle medesime tracce di incisione a stilo presenti sul cartone. Inoltre, da un grafico con le sovrapposizioni dei diversi underdrawing del gruppo di Venere e Cupido dei quattro dipinti esaminati, i segni sono sovrapponibili in modo tale da far sostenere necessariamente la derivazione da uno stesso cartone [fig. 50].

Nessun segno di trasferimento di immagine è presente invece sugli elementi circostanti e sul paesaggio. L'ambiente contiguo al gruppo principale è infatti quello che differenzia maggiormente i dipinti.

¹²³ Per un'analitica ricostruzione delle vicende storiche del celebre cartone Farnese cfr. MUZII 1993; BAMBACH 1999; FALLETTI, NELSON 2002; FROSININI, MONTALBANO, PICCOLO 2003.

¹²⁴ Vasari riferisce nella Vita di Pontormo che l'artista aveva avuto l'incarico di trarre un dipinto da un cartone di Michelangelo rappresentante *Venere e Amore*. Questo dipinto oggi è conservato alla Galleria dell'Accademia di Firenze. Le altre repliche a noi note sono esposte alla Galleria Colonna di Roma con attribuzione a Michele di Ridolfo del Ghirlandaio, alle Gallerie Nazionali di Capodimonte con attribuzione a Heingrick van der Broeck e a Pisa.

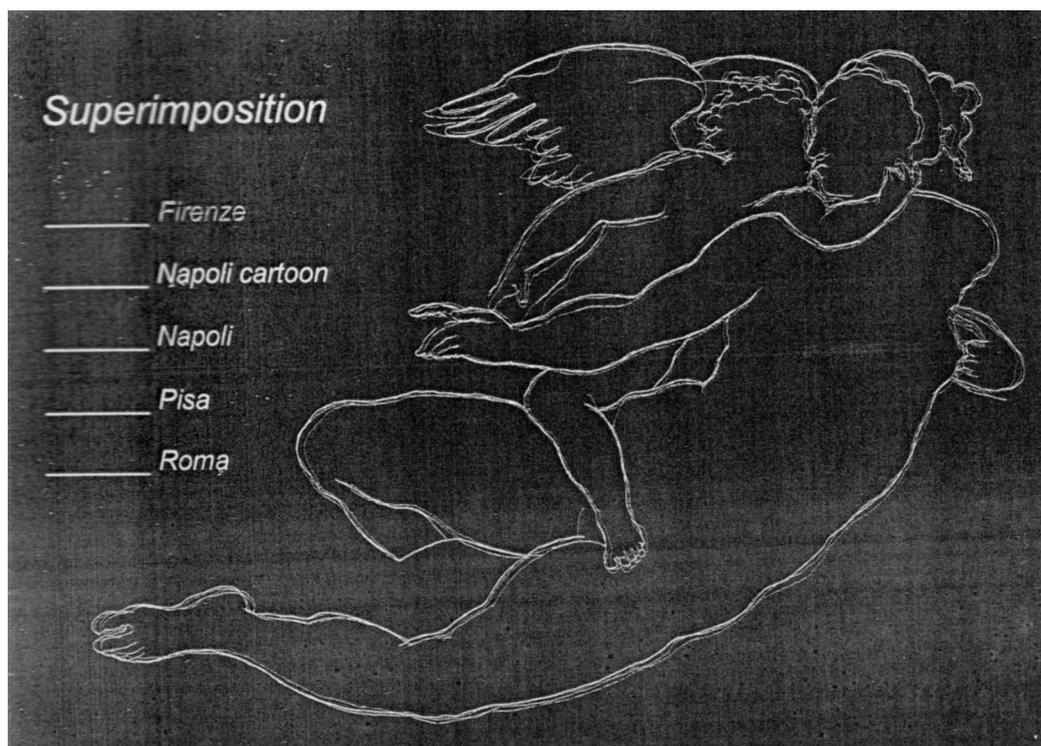


Fig. 50 Grafico con le sovrapposizioni dei diversi contorni del gruppo di Venere e Cupido sui quattro dipinti confrontati con il cartone di Napoli.

A sostegno dell'ipotesi circa l'utilizzo del nostro cartone come cartone preparatorio, durante il restauro è stato possibile anche appurare la presenza sulla superficie di due piccole crocette a sanguigna in vicinanza del margine destro dell'opera – sotto la mano sinistra della Venere – la cui funzione fa pensare a segni di riferimento in corso d'uso.

Il cartone misura 1310x1840 ed è composto dall'assemblaggio di quindici fogli che misurano circa 420x560 e nove fogli di diversa misura. È eseguito a carboncino su carta avorio.

Dalle fonti antiche viene descritto come foderato su tela e montato in cornice.

Nel corso del precedente restauro del 1993, l'opera era stata liberata dai diversi strati di supporto: una carta e una doppia tela di cotone.

L'intervento era stato affidato alla ditta E. Lelli di Roma sotto la direzione di Rossana Muzii, ma la pulitura del verso dai residui delle vecchie colle non fu completa e soprattutto, pur rimuovendo una toppa al centro del recto, erano state lasciate tracce della vistosa ridipintura a tempera verdognola, usata in passato per mascherare la toppa.

In quell'occasione, si decise di foderare il cartone con una tela di cotone [fig. 51], furono ridotte le gore d'umidità e non furono eseguiti interventi di reintegrazione pittorica se non nelle zone delle grandi lacune. Già al ritorno a Napoli le zone troppo estese di carta giapponese – usata per la reintegrazione delle lacune e non sottoposta al ritocco ad acquerello – non convinsero il Soprintendente che prima dell'esposizione in mostra dell'opera fece intervenire i restauratori di Capodimonte per “attenuare quel bianco”.

Il restauro dell'Opificio si è infatti concentrato proprio su questa parte estetica e non sulla parte strutturale. Considerando anche la data recente dell'intervento romano, la carta non è stata sottoposta ad un nuovo trauma di sfoderatura, nonostante all'Opificio non si consideri la tela di cotone idonea per la foderatura di restauro. Tale decisione è stata poi avvalorata dal fatto che non erano presenti attacchi di origine biologica. Il trattamento della parte estetica, molto deficitario¹²⁵, è stato invece completamente rivisitato: i margini superiore ed inferiore presentavano delle zone lacunose

¹²⁵ Da tenere in considerazione il fatto - riferito dalle restauratrici che hanno curato quest'ultimo intervento - che la ditta romana Lelli è specializzata in restauro librario e archivistico. Cfr. qui in Appendice.

integrate sottolivello secondo storiche teorie, ma in tali integrazioni risultava molto disomogenea la ripresa cromatica e in certi punti schiacciata.

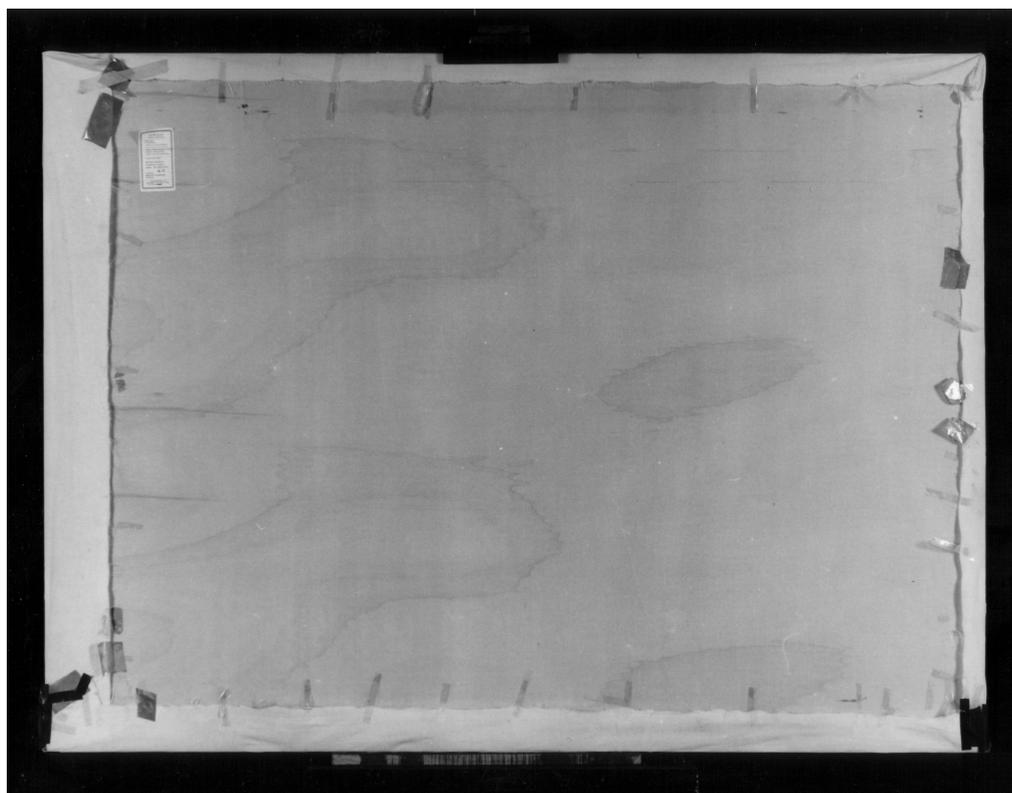


Fig. 51 Il retro del cartone *Venere e Cupido*.

Letizia Montalbano e Michela Piccolo sono intervenute con una pulitura a secco, soprattutto della toppa centrale, tesa ad eliminare i residui delle vecchie colle e della ridipintura a tempera¹²⁶, e con leggere stesure ad acquerello, lavorando però esclusivamente sulle abrasioni del fondo del disegno e non sul segno grafico. L'estesa integrazione cromatica è stata realizzata attraverso velature successive a tratteggio.

¹²⁶ Per identificare le zone trattate a tempera il cartone è stato sottoposto a fluorescenza UV, mentre per individuare il tipo di tempera è stato analizzato con spettrofotometria FT-IR.

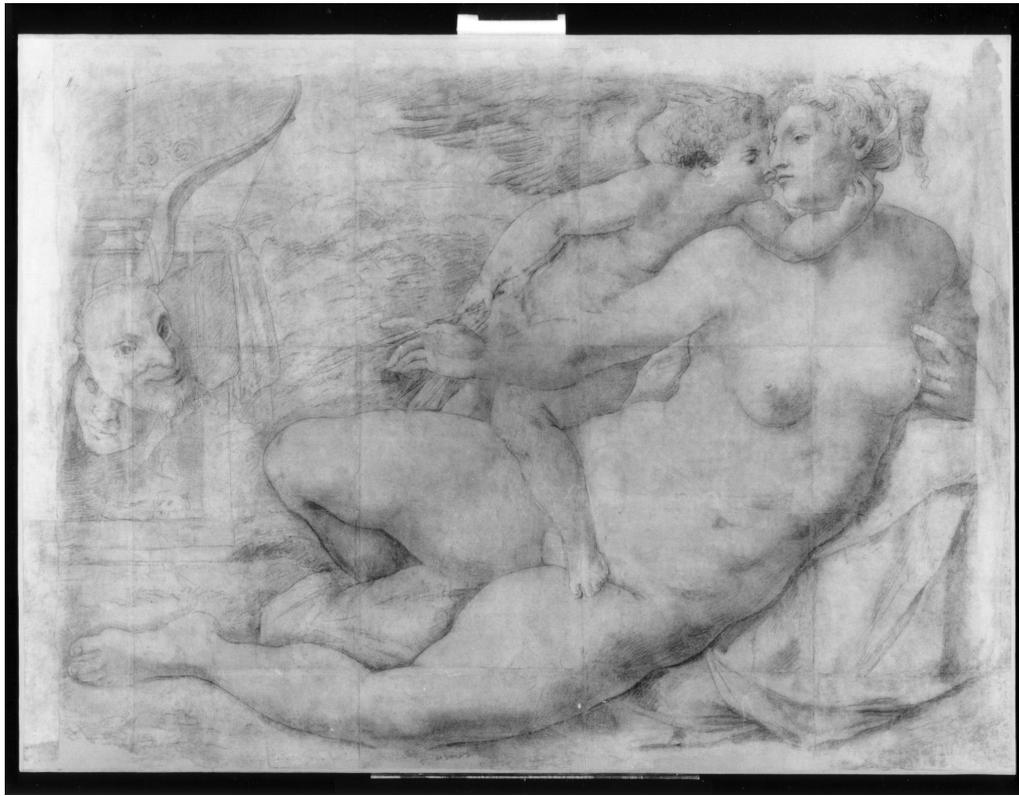


Fig. 52 Michelangelo (attr.), *Venere e Cupido*, dopo il restauro.

Dopo la rimozione delle invadenti macchie di materiali sovrapposti e l'integrazione cromatica generale – soprattutto di alcune grosse lacune disturbanti – la lettura complessiva dell'opera è stata sicuramente migliorata [fig. 52]. La riduzione del disordine visivo ha fatto in modo che anche il segno grafico recuperasse forza espressiva, ma bisogna essere coscienti che per raggiungere questo risultato estetico le integrazioni sono state molto estese e non potranno mai essere totalmente reversibili [figg. 53 e 54].

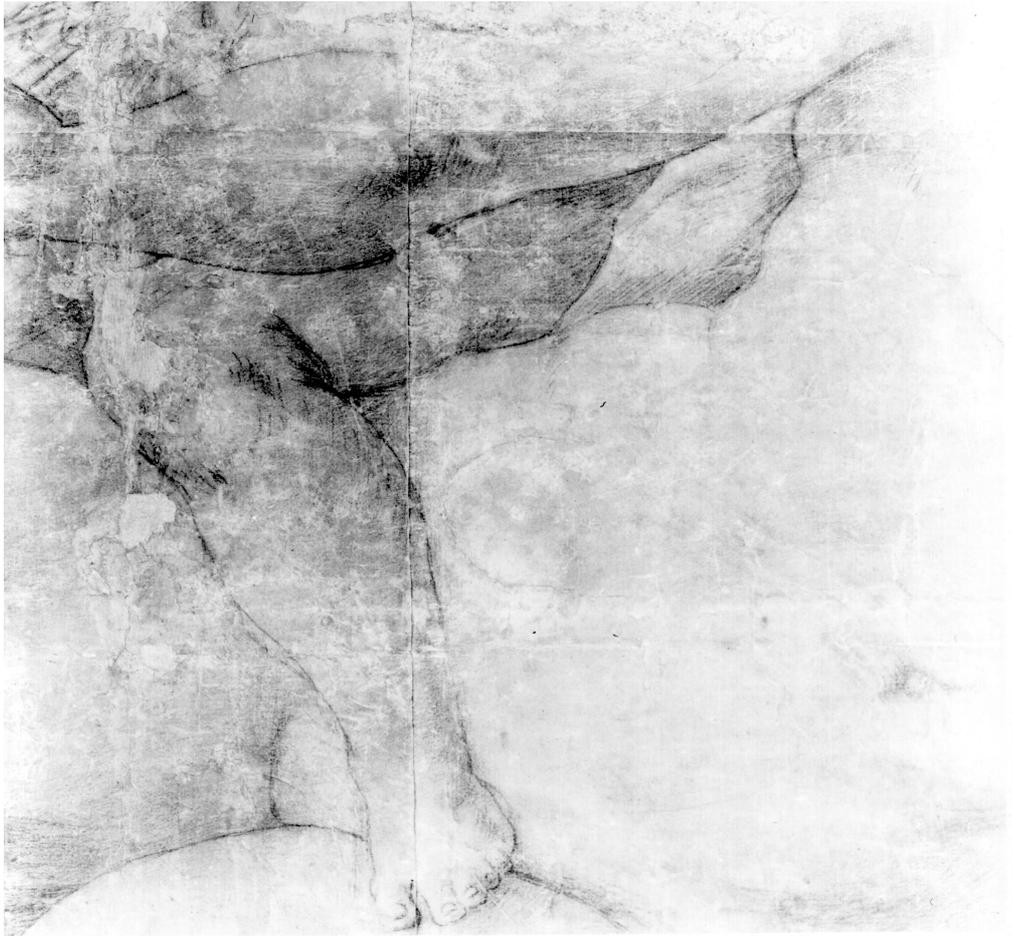


Fig. 53 Particolare della gamba di Cupido prima del restauro.

Avendo l'intervento prodotto come risultato la riconsiderazione della qualità dell'opera, alla luce del nuovo livello di lettura, è stata conseguente la riproposta autografa di Michelangelo levata da più parti, anche alla luce di una caratteristica tecnica di indubbia importanza verificata durante il restauro, ossia la presenza sulla carta di filigrane usate dall'artista.

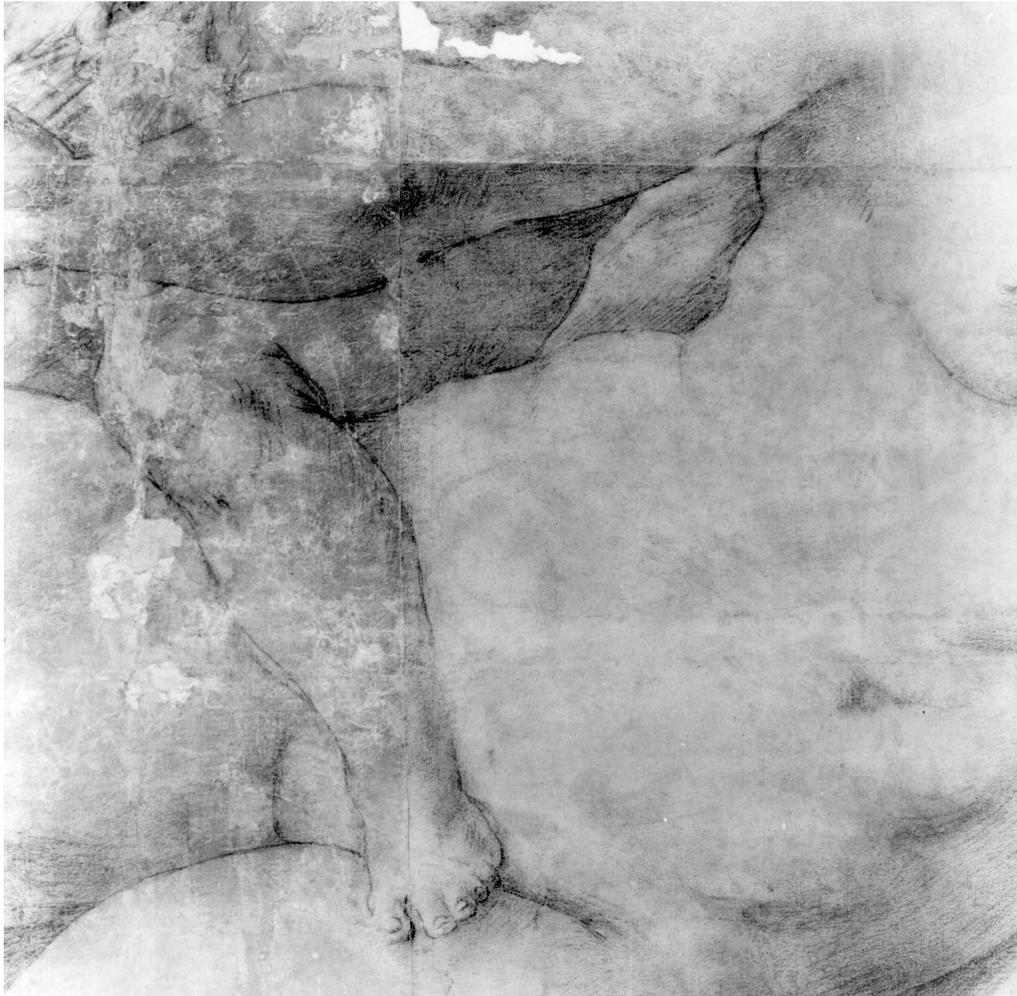


Fig. 54 Particolare della gamba di Cupido durante il restauro.

IV.7. Il cartone di Mario Sironi

La gran parte della produzione cartacea di Sironi comprende progetti, studi, bozzetti e cartoni per le opere monumentali. Opere preparatorie alle quali oggi attribuiamo grande importanza storico-artistica, ma che per anni la loro originaria funzione ha fatto considerare di secondo piano nella produzione dell'autore. Questo è uno dei motivi che spiega il loro pessimo stato conservativo.

Due caratteristiche ne hanno determinato negativamente le vicissitudini: il loro grande formato e la carta di scadente qualità usata dall'artista.

Questi lavori di Sironi sono quasi tutti eseguiti a tempera o/e a carboncino.

La predilezione dell'autore per questo tipo di tecniche pare coerente con la sua propensione per la materia opaca dell'affresco, cosa che va tenuta in attenta considerazione nel trattamento conservativo: l'uso di fissativi del medium altera l'indice di rifrazione della superficie, a danno proprio della caratteristica di opacità.

Andando, infatti, a riempire gli interstizi delle polveri, questi modificano l'aspetto della superficie che tenderà irrimediabilmente ad un effetto lucido e piatto.

Gli errori compiuti nei passati restauri cartacei di Sironi, nonostante la consapevolezza di molti, si sono ripetuti, anche recentemente, su opere dello stesso autore, in particolare proprio sull'uso dei fissativi, pratica trasferita dal restauro dei dipinti al restauro delle opere cartacee senza opportuno discernimento.

Il restauro cui facciamo riferimento è stato eseguito dalla *cbc*, Conservazione beni culturali di Roma, nel periodo marzo-maggio 1997. I lavori sono stati diretti dalla Soprintendenza Speciale della Galleria d'Arte Moderna di Roma. Nathalie Ravanel ha prestato consulenza ai restauratori della *cbc* per la foderatura e il montaggio provvisorio.

Le opere in questione sono tre cartoni preparatori di proprietà della nipote di Sironi, che ha dato uno dei tre in deposito alla Galleria¹²⁷. L'intervento subito è stato simile per ognuno, ma il restauro relazionato è quello del pezzo in mostra in Galleria: il cartone preparatorio per il mosaico "L'Italia corporativa" dal titolo *Il costruttore* [fig. 55].



Fig. 55 Mario Sironi, *Il costruttore*, 1936, carboncino e tempera su carta, cm 390 x 320. In deposito presso la Galleria Nazionale d'Arte Moderna di Roma (dopo il restauro).

Il dipinto a tempera e carboncino fu realizzato nel 1936 su due fogli di carta da spolvero giuntati sul lato lungo; le misure del cartone sono cm 390 x 320.

¹²⁷ La Galleria sta valutando l'ipotesi dell'acquisto.

L'opera è giunta al restauro avvolta su se stessa e misurava cm 100 x100; ai numerosi segni di piegature, si aggiungevano le lacerazioni presenti su tutta la superficie, un frammento di grandi dimensioni e lacune in coincidenza del perimetro. La carta aveva un aspetto generale molto raggrinzito, ben visibile anche dopo il restauro [fig. 56], e proprio in questo stato degradato del supporto vanno individuate le cause dei problemi di decoesione e dei distacchi diffusi sulla pellicola pittorica, soprattutto in corrispondenza delle piegature.

È stata eseguita una pulitura a secco con gomma sul retro e sulla superficie non dipinta del cartone.

Quindi, per risolvere il problema dell'estrema fragilità della pellicola pittorica, è stato operato un prefissaggio con il Klucel G, disciolto in alcool etilico al 5%; un consolidamento localizzato dei frammenti con Plexisol P 550, diluito in acetone al 10% e un risarcimento delle lacerazioni dal retro con l'ausilio di carta giapponese sottile e una miscela adesiva, in cui erano presenti Tylose al 90% e Plextol B 500 al 10%.

Il risarcimento è avvenuto con l'aiuto di un termocauterio, uno strumento che producendo calore "ricuce" gli strappi.

Prima di quest'intervento, le piegature del cartone sono state spianate umidificando il retro del cartone e stirando con ferro tiepido, dopo aver frapposto un foglio di "tessuto non tessuto".



Fig. 56 Mario Sironi, *Il costruttore*, 1936 (part. dopo il restauro).

L'opera è stata foderata con uno strato di carta giapponese attaccata al cartone tramite la medesima miscela utilizzata per le lacerazioni. Quest'ultima è stata ancora una volta adoperata per fare aderire la carta giapponese alla tela poliestere scelta per la foderatura finale. Infine, tutta la superficie è stata nuovamente fissata con Klucel G, disciolto in alcool etilico al 5%, il medesimo di cui ci si è avvalsi per il prefissaggio.

L'utilizzo di ben quattro tipi di adesivi, e per di più in percentuale elevata e per ripetute stesure, è, a nostro avviso, segno d'incaute valutazioni. Una pellicola pittorica così decoesa e una carta di così scarsa qualità avrebbero dovuto suggerire interventi meno aggressivi. Tutte le scelte fatte, compresa quella della stiratura, sono

tipiche soluzioni adottate per i dipinti su tela, opere con resistenze ben maggiori di quelli cartacei.

L'uso della stiratura, attraverso il termocauterio, ha un effetto molto pericoloso sulle resine acriliche termoplastiche come il Plexisol e il Plectol, che sono predilette nel restauro in virtù della loro possibilità di essere attivate a freddo. Il riscaldamento produce infatti un invecchiamento accelerato dei prodotti in questione e delle carte, facendo subire ad entrambi un processo di "plastificazione" con conseguente irrimediabile perdita dell'originale morbidezza del supporto.

Per quanto riguarda i frequenti sollevamenti e distacchi della pellicola pittorica, essi sono avvenuti non solo in corrispondenza delle piegature, ma anche nei punti in cui il colore è più materico come conseguenza delle sovrapposizioni: l'artista, con estrema libertà, usava raschiare il colore sovrapposto per mettere in evidenza quello sottostante in modo da moltiplicare le sfumature.

Per risolvere i problemi di questa decoesione era certamente necessario ricorrere ad un adesivo con azione consolidante, ma non è mai consigliabile adoperare il Plexisol (come qualsiasi altro acrilico) puro, ossia senza essere diluito in metilcellulosa, e certamente, sia come consolidante sia come fissativo, non andrebbe utilizzato al 10%, percentuale raccomandata solo per interventi, come la foderatura con tela, che richiedono un'adesione ben più forte. Probabilmente per un caso come questo sarebbe stato utile considerare il *funori*, prodotto che avrebbe potuto assicurare con

successo un leggero consolidamento, senza produrre modificazioni della superficie pittorica.

La tecnica adoperata da Sironi è risultata foriera di notevoli difficoltà nella diagnosi del danno. Infatti, certe rivelazioni del colore sottostante spesso non sono chiaramente valutabili come lacune o come effetti voluti dall'artista. In molti casi, anche un'accurata osservazione della pellicola pittorica con l'ausilio di un microscopio non serve a risolvere il problema, dunque è consigliabile, com'è stato fatto anche per questo restauro, evitare ogni forma d'integrazione pittorica.

Per spianare i fogli non è stato considerato il tiraggio con i falsi margini, escluso dai curatori del restauro, evidentemente contrari ad usare quella tecnica su un grande formato.

Per quanto riguarda il montaggio dell'opera, è stato notevolmente vincolante il fatto che l'opera fosse solo in deposito in Galleria e che la nipote di Sironi intendesse, per motivi di spazio, conservare gli altri due cartoni arrotolati in casa propria.

Il progetto di montaggio doveva, dunque, prevedere la possibilità che in futuro l'opera venisse conservata avvolta in un rotolo rigido. L'uso della tela fu proposto proprio per garantirle maggiore sicurezza e stabilità per affrontare i probabili spostamenti; ma non si può non ricordare che i giapponesi, con i quali i restauratori della carta di tutto il mondo si confrontano, da secoli foderano solo con carta le loro opere che tradizionalmente conservano ed espongono arrotolate.

Il cartone preparatorio intelato è stato in un secondo momento incollato ad un supporto ligneo in modo facilmente reversibile.

Per opere di grande formato come queste, la reversibilità del montaggio è, infatti, essenziale: se fissate permanentemente ad un supporto rigido, potrebbero non passare né dalle porte né dalle finestre.

IV.8. Le carte da parato

L'uso della carta decorata o *dominos* risale al XIV secolo, tuttavia le difficoltà di stampa degli inchiostri e dei colori impedirono a tale decorazione per arredamento uno sviluppo immediato. Fino al Settecento, il suo utilizzo restò limitato alle carte da legatoria, alla tappezzeria per i mobili, alla decorazione dei camini e dei soffitti lignei.

In Italia i più celebri stampatori furono i Remondini che usavano la tecnica tradizionale del disegno stampato e dei colori applicati con mascherina. Grazie alle innovazioni introdotte dai parigini Papillon all'inizio del Settecento e da Reveillon nella seconda metà del XVIII secolo, i colori furono stampati attraverso una matrice di legno per ogni singolo colore, furono perfezionate le tecniche di montaggio e diffuso l'uso dei colori a tempera. A quell'epoca la carta da decorazione si liberò quindi dalle tecniche dei dominotiers per diventare carta da parati, elemento necessario nell'arredamento. Sulla scorta del movimento preludente al Romanticismo, come in pittura, anche nei soggetti dei *papiers peints* sono rappresentate

vedute di città inserite in paesaggi naturali e decorazioni con motivi floreali e ghirlande [fig. 57].



Fig. 57 La parete del camino della Sala Andreas Hofer del Palazzo D'Arco di Mantova tappezzata per intero di carte da parato in grisailles.

Queste carte erano eseguite attraverso la tecnica di stampa xilografica, in monocromo o a colori, su rotoli di carta (*lès*) incollati sul bordo precedente fino a raggiungere anche 16 metri di sviluppo. Le giunzioni tra una matrice e l'altra e tra un pannello di carta e l'altro erano ritoccate a pennello.

La Ravanel descrive la tecnica esecutiva maggiormente adottata nelle carte da parato conservate sul territorio italiano:

Sul fondo uniformemente colorato l'impressione era realizzata per mezzo di matrici di legno di piccole dimensioni con dei colori spessi a tempera, colori a base di terre, opachi e corposi preparati con della colla animale o dell'amido.

Le matrici, una per colore, erano preparate in modo che la stampa si succedesse con accordo perfetto e senza interruzioni (...).

Terminata la stampa, i difetti o le mancanze di colore erano corretti a pennello. Per il montaggio furono utilizzate varie tecniche: l'incollaggio su una tela tesa poi sul muro o l'incollaggio sul muro utilizzando una carta intermedia.

Queste carte rivoluzionano la concezione dell'arredamento, creando sulle pareti effetti scenici e illusioni di sfondamento prospettico paragonabili agli affreschi delle ville romane.

Le due principali manifatture a distinguersi in questo tipo di produzioni furono quelle francesi di Joseph Dufour e di Jean Zuber di Rexheim.

E proprio dalla manifattura di Dufour provengono *Les Vues d'Italie* del Palazzo d'Arco di Mantova, il cui restauro è analizzato nel prossimo paragrafo.

I problemi che si ravvisano nella conservazione delle carte da parato sono principalmente originati dal montaggio a contatto diretto con il muro. Tale contiguità rende la carta alcalina, molto assorbente, e in caso di presenza di colori molto delicati, come la gouache, la presenza di forte umidità indebolisce il legante fino a far perdere aderenza al pigmento.

In corso di restauro si rende pertanto necessaria l'impermeabilizzazione del verso delle carte.

Per intervenire su opere di tali dimensioni occorre lavorare in équipe per evitare alla carta qualsiasi tensione rischiosa per il colore, e notevole difficoltà si incontrano per il loro rimontaggio in sito.

La tela poliestere per il rifodero, adoperata in questi casi, viene giustificata per le carte da parati anche da chi non ne condivide

l'uso. Occorre infatti tener conto del movimento naturale delle pareti, dell'umidità di risalita e dunque della più probabile formazione di muffe e di vari altri attacchi biologici, fatti che sommati alle caratteristiche di igroscopicità della carta rendono necessario l'uso di una tela al 100% poliestere, che avendo una bassa igroscopicità (allo 0,4%), è poco soggetta ai movimenti di contrazione e di dilatazione che invece caratterizzano le fibre naturali come la carta e il cotone.

IV.9. Le carte del Palazzo d'Arco di Mantova

Nel 1988 fu concluso il lungo restauro sulle carte da parati di Dufour e Leroy *Le vedute d'Italia* del Palazzo d'Arco di Mantova, resosi necessario dalle pessime condizioni di conservazione in cui versavano tali papiers peints che dal 1823 rivestivano la sala Andreas Hofer¹²⁸.

Queste grisailles furono stampate con la tecnica xilografica e nella loro esecuzione è ravvisabile un problema che si ritrova spesso nelle produzioni di Dufour: la povertà del legante adoperato nella preparazione del pigmento provoca facilmente la caduta del colore, ma nel contempo tali colori sono più stabili rispetto all'esposizione alla luce.

La direzione dei lavori fu affidata alle dott.sse Cristina Danti e Maria Grazia Vaccari dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze e alla signora Nathalie Ravanel, ex allieva della scuola, che in quegli anni si specializzava nel restauro delle opere su carta di grande

¹²⁸ Si tratta di vedute panoramiche in grisaille – realizzate su disegno di Prévost – che rappresentano Amalfi, il Vesuvio, navi all'ancora, cascate e rovine antiche.

formato ed in particolare nelle carte da parato (ancora oggi il laboratorio privato della signora Ravanel resta un punto di riferimento del settore in Italia). Per il rifodero la Ravanel adoperò una tela poliestere e una miscela adesiva composta di Plextol D541 (per 1 parte) e Glutofix 600 al 4% in soluzione acquosa (per 3 parti).

Considerato poi lo stato di porosità della carta, dovuto al contatto prolungato con l'intonaco, il retro della carta fu impermeabilizzata vaporizzando uno strato sottile di Klucel G in alcool etilico all'1,5%.

Il restauro delle carte della sala Hofer è uno dei primi interventi in Italia con l'uso dei materiali polimerici, e dunque riveste un particolare interesse l'analisi della sua attuale situazione conservativa.

Nella relazione di restauro si imputavano le cattive condizioni di conservazione alla "lunga esposizione alla polvere ed alla fuliggine del camino, l'ambiente non adatto, con sbalzi di temperatura ed umidità, le infiltrazioni di acqua dal tetto, i vecchi restauri, l'incuria dell'uomo ed il non adeguato montaggio"¹²⁹.

Dopo il restauro non è stato usato più il camino, ma permangono altri problemi ambientali.

Dalle recenti rilevazioni termoigrometriche della biblioteca adiacente la sala Hofer [vedi tabella 2] si registra un certo equilibrio nella stagione invernale, infranto nelle stagioni primaverile ed estiva.

¹²⁹ DANTI, RAVANEL 1988, p. 10.

I valori ottimali per la conservazione dei materiali celluloseici nelle regioni temperate dovrebbero corrispondere ad una temperatura sui 15° (mai dovrebbero essere superati i 20°) e ad un'umidità fra il 45% e il 65%.

Quando la temperatura supera i 20° e l'umidità supera il 65% sono accelerati i processi di degradazione chimici e biologici. La struttura della fibra della carta si altera velocemente, con conseguente aumento della percentuale d'acqua nel materiale.

Se questo contenuto di umidità interna al materiale supera l'8% - 10% si generano facilmente spore fungine.

Data	Temperatura	Umidità
12/01/2005	4°	60%
19/01/2005	5°	64%
27/01/2005	4°	60%
5/02/2005	5°	63%
12/03/2005	5°	65%
9/04/2005	13°	60%
19/05/2005	20°	59%
27/07/2005	27°	55%
16/09/2005	23°	56%
23/09/2005	22°	59%

Tabella 2 Dati termoigrometrici relativi al 2005.

Nel caso della sala Hofer l'umidità d'inverno resta nei limiti accettabili per cui potrebbe essere ritenuta di secondaria importanza la temperatura bassa, ma il problema arriva con il cambiamento di

stagione: diminuisce ancora l'umidità a seguito del progressivo innalzamento della temperatura.

Questa notevole variazione è un pericolo incombente per i materiali cartacei, i quali non dovrebbero assolutamente essere sottoposti a brusche modificazioni climatiche della sala.

Per quanto riguarda gli irreversibili effetti fotochimici, qualunque esposizione alla luce diretta deteriora la carta. Le opere dovrebbero essere esposte a rotazione, ma non essendo possibile nel nostro caso, si dovrebbe creare un buio artificiale per il tempo più lungo possibile: chiudere completamente le imposte delle finestre ed utilizzare le tende durante le visite. Il solo utilizzo delle tende non è infatti sufficiente a schermare la luce dannosa per le opere.

Le infiltrazioni di acqua dal tetto sono state risolte nello stesso periodo del restauro impermeabilizzando il soffitto, ma dall'esame visivo si notano delle evidenti macchie di umidità [fig. 58] che pare siano cominciate a comparire un anno circa dopo il restauro. Probabilmente sono causate da fenomeni di condensa e il pericolo è che con l'alta temperatura della stagione estiva si potrebbero germinare spore fungine a causa del suddetto aumento del contenuto di umidità interna al materiale.

L'altro evidente problema riguarda il montaggio delle carte ideato per questo restauro¹³⁰, e del quale intervento abbiamo discusso con la Ravanel¹³¹.

¹³⁰ DANTI, RAVANEL 1988, p. 14.

¹³¹ Cfr. qui in Appendice l'intervista a Nathalie Ravanel.



Fig. 58 Particolare del soffitto con macchie di umidità.

Le carte dopo essere state foderate con tela poliestere, sono state fissate ad un telaio di legno, sul quale è stato incollato e cucito un bordo del velcro, l'altro bordo del quale era stato cucito sulla tela. I bordi laterali ed inferiori dei pannelli fissati con questi nastri di velcro si stanno staccando [figg. 59 e 60]. Il sollevamento è notevole soprattutto in alcuni angoli compromettendo la tensione sul telaio delle carte. La Ravanel ci ha riferito che la scelta del velcro non la convinceva sin da allora perché troppo fragile per assicurare la tensione di grandi formati come le carte da parato.



Fig. 59 Particolare della parete del camino con la carta che si è staccata dai nastri di velcro.



Fig. 60 Particolare con la carta che si è staccata dai nastri di velcro.

Quel tipo di intervento avrebbe richiesto una conservazione molto attenta poiché lo stacco del velcro può far saltare la tempera. È evidente quindi che l'intervento non ha retto alle condizioni ambientali della sala. La complessa tecnica della cucitura eseguita con una macchina da cucire con l'opera stesa dal verso, è sicuramente meno invasiva delle puntine e dei chiodi ma è molto più facile che saltino le cuciture¹³² ed inoltre l'opera tesa con il velcro non viene mai tesa bene come con i chiodi, motivo per cui la carta finisce per risentire di più dei movimenti dei muri e dello stesso movimento naturale della carta. Evidenti, soprattutto nel

¹³² Non si possono neanche escludere gli interventi dolosi delle scolaresche in visita al palazzo, tenendo anche in considerazione la mancanza di personale addetto alla sorveglianza.

soffitto, le difficoltà che ci sono state a tendere le carte che sono rimaste piuttosto ondulate [fig. 61].



Fig. 61 Un particolare del soffitto dove sono evidenti le ondulazioni della carta.

Nell'ambito del restauro dei papiers peints, quello della Sala Hofer è il più antico eseguito in Italia con tela poliestere e con la cucitura del velcro, ma mentre la tela sintetica resta tuttora la scelta più utilizzata nel settore, solo qualcuno ha continuato a sperimentare il velcro per questo scopo. Per quanto riguarda Nathalie Ravanel, in tutti gli interventi successivi ha ripreso ad usare le puntine e i chiodi.

Conclusioni

Nel presente lavoro si è cercato di dare un contributo al dibattito sull'utilizzo o meno dei polimeri di sintesi chimica e sull'eventuale predilezione da accordare agli adesivi di origine naturale.

Nonostante, non solo nel settore del restauro delle opere cartacee, in questi ultimi anni si sia assistito alla giustificata riproposizione dei materiali naturali (che parevano invece del tutto banditi negli anni Ottanta), è necessario che procedano le attività di ricerca sulle infinite possibilità dell'uso degli adesivi sintetici, senza preconcetti che possano portare, da un lato, ad un ingiustificato ottimismo e, da un altro, ad una quasi "demonizzazione" di tali prodotti, non ancora sufficientemente sperimentati.

Essenziale per l'utilizzo di ogni prodotto è comunque il criterio del minimo intervento, visto che gli errori sono spesso compiuti per il loro uso eccessivo.

Ai restauratori del pubblico e del privato spetterà la diffusione dei vantaggi e degli inconvenienti di tali materiali, una volta introdotti nell'uso. In primo luogo compete, infatti, ad essi fornire una casistica necessaria ad un giudizio definitivo sulla qualità delle sostanze naturali, semi-naturali e di sintesi chimica, approvate in via preliminare dai chimici, dai biologi e dai fisici.

Agli storici dell'arte, responsabili della direzione dei restauri, spetta invece una scelta critica delle mani che devono operare, scelta che per essere responsabile deve essere cosciente della formazione di ogni restauratore. Certi interventi, come, per esempio, quelli della

foderatura delle opere di grande formato, diventano evidenti e concrete espressioni di una scelta di scuola, sulla quale ci si scontra aspramente sul campo, ma molto di meno nella letteratura di settore. Non è possibile prescindere dalla conoscenza di queste controversie e il fatto che, invece, queste scelte vengano spesso compiute con poca consapevolezza da parte di chi ha la responsabilità della direzione di un restauro, apre un enorme problema sulla conduzione dei restauri in Italia.

Nel contempo piace concludere segnalando l'esperienza molto positiva del Gabinetto Disegni e Stampe della Pinacoteca di Bologna.

Dal 1982 la Dott.ssa Faietti ha avviato un'indagine conoscitiva sullo stato dei materiali, alla quale si è affiancata un'esemplare campagna di restauro, che nei primi anni si è basata sul confronto fra esperienze diverse.

L'aver testato sul campo le differenti impostazioni e la resa nel tempo dei relativi interventi, ha infatti portato la curatrice ad una accurata conoscenza del settore, all'interno del quale ha poi individuato diverse figure di riferimento cui rivolgersi a seconda del problema posto da un'opera, tenendo sempre presente quello che dovrebbe essere l'assunto di ogni restauro: è l'opera che deve suggerire l'intervento e non l'intervento ad essere riproposto come ricetta per ogni opera.

APPENDICE

**INTERVISTA A MICHELA PICCOLO E LETIZIA
MONTALBANO**

Restauratrici dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze

Firenze, 18 giugno 2005

Daniela Pagano Parliamo dei materiali che usate per i restauri, in particolare del tipo di adesivi.

Michela Piccolo Per la scelta dei materiali per il restauro, molto dipende dalle condizioni conservative nelle quali sarà conservato l'oggetto. Migliori saranno le condizioni, maggiore sarà il campionario dei materiali che si possono usare.

Letizia Montalbano Un conto è poi la conservazione del libro in biblioteca, un conto è la stampa in passe-partout: i primi richiedono continua manutenzione perché sono soggetti a molti attacchi, soprattutto biologici. Molto più semplice è la conservazione di un disegno in passe-partout: agli Uffizi ci sono tante stampe restaurate da Sergio Boni, 20-30 anni fa, in ottime condizioni senza alcun danno biologico pur con l'impiego di amidi. All'Istituto di Patologia del libro, se lei mi dice che usano gli stessi materiali per entrambe le tipologie di oggetti, secondo me è perché applicano una metodologia unica non differenziando fra vari tipi di oggetti: le tecniche sperimentate per il libro sono state trasferite alle stampe.

Daniela Pagano L'Opificio delle pietre dure è sicuramente l'Istituto di riferimento per chi sostiene l'uso dei prodotti sintetici, molto usati soprattutto per i grandi formati.

Michela Piccolo Noi facciamo uso di acrilici mescolati alla tylose come adesivo nella fase della foderatura, mai a diretto contatto con l'opera. Le nuove tele sintetiche in poliestere, che da tempo hanno sostituito le tele di cotone, richiedono l'uso di un adesivo diverso, non aderirebbero alla carta solo con l'amido o un altro adesivo organico.

Daniela Pagano In quali casi si decide di foderare un'opera?

Michela Piccolo La decisione di foderare si prende in relazione alle condizioni dell'opera e tenendo conto di come dovrà essere conservata. Non esistono delle misure standard superate le quali parliamo di grande formato. Certo una stampa di 4 m. X 5m. non si terrà mai senza foderarla.

Daniela Pagano Ci sono comunque alcuni restauratori che non usano mai la tela per foderare.

Michela Piccolo Il problema è che se si restaura un grande formato per esporlo si può anche non foderarlo studiando un adeguato montaggio su pannello, ma se non si sa dove andrà quest'opera e come sarà conservata, c'è bisogno di dare una maggiore protezione alla carta. Ecco perché preferiamo foderare.

Letizia Montalbano Sui grandi formati c'è poi il problema del tensionamento della tela. Il telaio non riesce a fare il suo lavoro di tensionamento in modo adeguato per i grandi formati: il montaggio

su pannello serve anche ad evitare il rischio del movimento dell'opera.

Michela Piccolo È ovvio che, potendo, sarebbe meglio evitare la foderatura con la tela. Letizia Montalbano E comunque bisogna avere esperienza di foderatura su tela, operazione di restauro non facile. Per esempio, i restauratori della carta giapponesi o formatosi in Giappone non hanno alcuna esperienza di foderatura della carta con tela.

Noi, fin dove possiamo, foderiamo solo con carta giapponese e carton plum. Per esempio, abbiamo recentemente restaurato per la Galleria di Modena due cartoni di Guido Reni di 1 m. e 20 cm. X 1 m. e 20 cm: opere di dimensioni del genere non hanno alcun bisogno di essere intelate, si reggono da sole.

Per i manifesti moderni c'è invece la tradizione consolidata di montarli su tela perché li si conserva o arrotolati o li si mette in cornice. Ma noi lavoriamo essenzialmente sull'antico.

Michela Piccolo Stiamo in questi giorni restaurando un cartone di Ludovico Carracci di Brera che era in cornice di legno su telaio e che loro rivogliono su telaio. Era in condizioni conservative disastrose. Noi l'abbiamo rintelato, e credo che non ci fosse una scelta alternativa: l'assemblaggio dei fogli e delle toppe con strati disomogenei di spessore della carta presentava problemi, a nostro parere, irrisolvibili se non con la tela di rifodero sottostante.

Daniela Pagano Per quanto riguarda gli adesivi di sintesi chimica?

Letizia Montalbano C'è stato anni fa il momento dell'esaltazione degli acrilici. Sono stati distrutti libri e stampe con l'uso

indiscriminato del paraloid; poi si sono evidenziati i danni e oggi si demonizzano gli acrilici a favore dei prodotti naturali. Ma entrambi presentano i loro problemi. I sintetici vanno usati nella giusta moderazione: mai a contatto diretto con la carta. Noi usiamo i prodotti sintetici, quasi sempre, solo nella fase della rintelatura, fra la carta giapponese (con cui si riveste il retro dell'opera) e la tela. L'adesivo che utilizziamo per questa operazione è un composto misto **plextol B500** e **glutofix** al 50%. Il plectol si vende già preparato in soluzione acquosa; quando ci occorre mescoliamo con la metilcellulosa.

Daniela Pagano Che prodotti usate invece come fissativi?

Letizia Montalbano Quello dei fissativi è un campo totalmente diverso dagli adesivi, anche se ci sono diversi prodotti che sono utilizzati sia come adesivi sia come fissativi. Tali sono alcuni tipi di metilcellulosa come il **Klucel** e il **Glutofix**. Ma per altre situazioni bisogna usare dei fissativi più forti, considerando attentamente il solvente in cui viene disciolto il prodotto, poiché questo dovrà venire a diretto contatto con l'opera.

Fra i prodotti sintetici usiamo il **plexisol** per i casi drammatici.

Michela Piccolo In genere cerchiamo di evitare l'uso di qualsiasi fissativo. Cerchiamo di modificare l'intervento piuttosto che intervenire sul fissaggio dell'opera, a meno che non ci si trovi in presenza di una notevole decoesione o caduta del colore. Il plectol, per es., viene usato molto sulle tempere su pergamene.

Il plexisol lo stendiamo ponendo una carta giapponese molto sottile sul punto dell'opera che ha bisogno di fissaggio e intervenendo con

il prodotto a pennello. Si usa anche a spray ma solo quando c'è bisogno di un intervento più esteso.

Non raccomandiamo di fissare le opere eseguite a carboncino o gessetto perché c'è il rischio che il segno venga appiattito, ma certo ci sono casi in cui spolvera talmente tanto da non lasciare altra scelta.

L'alterazione dei colori e della rifrazione della luce sono i grandi problemi dei fissativi.

Daniela Pagano Avete mai sperimentato l'acheogard come adesivo?

Letizia Montalbano Io l'ho usato per il restauro di alcune pergamene. Durante il Convegno di Erice del 1998 fu presentato molto positivamente questo prodotto con un altro nome. Era allora in sperimentazione. Comunque lo abbiamo usato come consolidante (è nato del resto come riaggregante per la pietra), mentre il plexisol è un fissativo, certo con maggiore potere adesivo dell'acheogard.

Da noi in sperimentazione nel laboratorio chimico c'è il **ciclododecano**, ma ancora non siamo arrivati a sperimentarlo nel laboratorio di restauro della carta: la novità di questo prodotto è che la sua efficacia è temporanea.

Daniela Pagano Gli adesivi sintetici che usate nei restauri li activate con il calore?

Letizia Montalbano No. Possono anche essere attivati a freddo per pressione. Il plexitol non ha bisogno di calore. Comunque bisogna sempre vedere il problema dell'opera che si ha davanti, ci può essere la necessità di usare il calore per farla aderire molto bene, noi comunque non ricorriamo mai all'uso del calore. In qualsiasi caso

non bisogna superare i 40° e stirare per intero una carta è del tutto sconsigliabile.

Non facciamo assolutamente uso di **Paraloid B72** e di **Paraloid B67**.

Daniela Pagano Quanto possono essere reversibili gli acrilici?

Letizia Montalbano Basta guardare il disastro accaduto con i vinilici! Sappiamo bene che il discorso della reversibilità è molto delicato per quanto riguarda i sintetici che sono difficilmente reversibili.

Per questo non li usiamo a contatto con l'opera. Se la tela di rifodero resterà per sempre attaccata alla carta giapponese non ci interessa, durante un eventuale successivo restauro si potrà rimuovere distruggendola.

Daniela Pagano Per quanto riguarda i vinilici, che ancora in qualche restauro ho visto utilizzati?

Michela Piccolo Assolutamente non si devono usare. Ma sa, dipende molto dai tipi di laboratorio, dalla formazione ricevuta, dai tempi imposti per le consegne.. I vinilici sono molto facili da usare, risolvono velocemente i problemi. Noi li abbiamo messi al bando da moltissimo tempo, ma noi siamo un Istituto pubblico di ricerca che quando cura un restauro si prende tutto il tempo necessario per condurlo a termine. Poi abbiamo il grande vantaggio della collaborazione fra settori diversi, per cui possiamo avere la consulenza degli altri colleghi per sperimentare nuove soluzioni e nuovi materiali già esperiti in altri laboratori. Per esempio, i problemi di trazione, di peso e di tecnica generale della foderatura

vengono studiati nel laboratorio specializzato in rintelatura. Per chi si trova da solo non è facile, e soprattutto è impossibile sperimentare.

Daniela Pagano Quali sono, a vostro giudizio, i vantaggi nell'uso degli amidi?

Michela Piccolo Gli amidi hanno un potere collante molto elevato, dunque devono essere usati a concentrazioni bassissime. Si presentano dunque quasi liquidi, in Giappone, per es., li usano veramente molto diluiti (ovviamente non sono carte occidentali). Dunque essendo molto fluidi il loro uso non è difficoltoso, ma bisogna fare attenzione nella preparazione della ricetta. Il sintetico invece si presenta già preparato.

Quando facciamo uso dell'amido lo prepariamo in percentuale 1 a 7 in acqua e così lo conserviamo. La metilcellulosa invece dipende dall'uso che ne dobbiamo fare: dal 4% al 6% quella che viene mescolata al plectol per la foderatura, al 2% se serve per il consolidamento della carta. La metilcellulosa ha un potere collante molto più basso degli amidi. Se viene troppo diluita non attacca affatto.

Anche noi adesso stiamo usando sempre di più amido molto diluito soprattutto per velare i disegni. Abbiamo anche fatto delle prove con la colla di storione come fissativo, tradizione che appartiene all'Inghilterra.

Daniela Pagano Voi avete eseguito il restauro del cartone di Capodimonte *Venere e Cupido* attribuito a Michelangelo. Quell'opera aveva subito un recente restauro nel 1993.

Michela Piccolo Abbiamo lasciato la foderatura del restauro del 1993 e siamo intervenuti solo sul recto con una pulitura a secco e ritocchi ad acquerello.

Le condizioni di conservazione con le quali il cartone arrivò al restauro del '93 dovevano essere pessime. La ditta romana che fu incaricata del restauro era specializzata nel restauro librario ed archivistico e secondo noi questo si notava nel fatto che fosse un ottimo restauro strutturale, ma tutta la parte estetica e dunque di valorizzazione e di lettura del pezzo non fosse stata affatto affrontata. Furono lasciati evidenti residui di colla di un restauro ottocentesco, in particolare concentrati attorno alla grossa lacuna centrale, la quale in parte fu acquerellata in modo del tutto approssimativo, in parte lasciata completamente bianca.

L'intervento strutturale era buono anche se poco accurato, come si può vedere dalle condizioni piuttosto malconce della tela fotografata prima del nostro intervento. Il grosso problema era nella lettura, anche i margini superiore ed inferiore presentavano delle zone lacunose integrate sottolivello secondo storiche teorie, ma in tali integrazioni risultava molto disomogenea la ripresa cromatica, in certi punti schiacciata. C'era un'idea di grande disordine che comprometteva la buona lettura dell'opera.

Noi abbiamo fatto la pulitura a secco in particolare della toppa centrale. E in seguito abbiamo lavorato sulla integrazione pittorica ad acquerello lavorando esclusivamente sul fondo e non sul segno.

Delle zone molto scure che si vedono sono dei rifacimenti antichi: hanno fatto una preparazione che è andata a coprire l'originale.

INTERVISTA A GIANCARLO LANTERNA

Chimico dell'Opificio delle Pietre Dure

Firenze, 8 giugno 2005

Giancarlo Lanterna Riguardo agli adesivi che utilizziamo, li scegliamo con la stessa logica degli altri materiali, ossia non tanto per le loro performance dal punto di vista merceologico (per esempio quelli che aderiscono di più o di meno) ma a noi, come Istituto, preme il discorso legato alla compatibilità fra i materiali e alla reversibilità: un adesivo vecchio deve essere rimuovibile da un substrato di carta o di pergamena. Dal punto di vista chimico quanto più simile sarà al substrato tanto più difficile sarà rimuoverlo senza incorrere in alterazioni; è per questo che spesso si ricorre agli acrilici: si può far rigonfiare l'adesivo senza utilizzare un mezzo acquoso. Viceversa gelatine e amidi sono estremamente compatibili con carta e pergamena; in certi casi la compattezza e l'ondeggiamento del materiale rispetto all'adesivo consentono la rimozione facilitata di questo tipo di colle ma quando passa molto tempo e anche l'adesivo segue lo stesso invecchiamento del substrato allora non c'è più la certezza di poter separare in sicurezza l'adesivo.

C'è il problema dei media artistici usati che penetrano nella carta ponendo problemi diversi: i materiali usati per il restauro non devono essere dannosi per queste sostanze.

Dai nostri test di laboratorio abbiamo potuto vedere che alcuni prodotti di pulitura non lasciano inalterata la carta, non la danneggiano da un punto di vista chimico ma è difficile dopo ricomporre certe deformazioni, certe perdite della morfologia superficiale della carta. Le fibre della carta la tengono compatta, ma se noi interveniamo con materiali naturali è facile intaccare questo legante fra le fibre.

Nella giornata di studio sulla carta di quest'anno a Ferrara, l'Opificio (c'era anche Patologia del libro e i colleghi degli Archivi di Stato) ha presentato un contributo sulla valutazione dell'azione di alcuni mezzi di pulitura che portano ad uno smagrimento della carta e, dunque, alla necessità di reintegrare il legante di fabbricazione della carta che viene perso.

Per la pulizia vengono usati spesso anche gli enzimi, una grossa classe di sostanze, fra cui bisogna trovare quello specifico che può lavorare su un certo adesivo. Gli enzimi sono specifici per classi di composti: ci sono enzimi proteolitici che funzionano per le proteine, enzimi lipolitici che funzionano su grassi, enzimi glicolitici che funzionano sui supporti zuccherini di cui fa parte anche la cellulosa. Non si può escludere che, prima di esaurire la spinta, gli enzimi continuino a lavorare anche sulla carta. Dunque, bisogna fare molta attenzione a lavorare con gli enzimi, anche quando si usano localmente. Se, per esempio, ci sono tracce di colla animale su un supporto allora funziona l'enzima proteolitico, ma prima di procedere alla pulizia bisogna assicurarsi di non trovarsi in presenza

di colori legati con prodotti a base di uova, frequentemente presenti nelle pitture: l'enzima andrebbe a lavorare anche sul legante.

Daniela Pagano Riguardo al discorso della reversibilità dei polimeri?

Giancarlo Lanterna Il concetto di reversibilità è stato riconsiderato nella giusta ottica, cioè non in termini assoluti. Quando è nato il concetto di reversibilità i polimeri si erano da poco affacciati nel campo del restauro, e l'Italia era piena di entusiasti che spalmavano acrilici da tutte le parti. Dunque si richiese la garanzia della reversibilità per mettere quanto meno un freno al continuo avvicendamento di nuovi prodotti per il restauro. La tradizione del restauro era quella degli artigiani restauratori o degli artisti restauratori che sapevano maneggiare i materiali delle varie tecniche artistiche ed erano in grado di rifare e ricreare. Ad un certo punto, oltre a discutere il restauro "mimetico", ci si rese conto che si faceva abuso dei più vari materiali per i restauri.

I polimeri non sono assolutamente stati creati per il restauro, sono materiali deperibili nel mercato del consumo. Dal punto di vista chimico sono anche degli ottimi materiali, molto versatili e molto facili da utilizzare perché già preparati dalla ditta. Viceversa i materiali più tradizionali sono molto più difficili da utilizzare.

Quello verso cui oggi tende la ricerca è integrare certi materiali dal punto di vista dell'incompatibilità, cioè si sperimenta un prodotto altamente compatibile con la carta che mi faccia da accoglienza, da delimitatore, per poi usare un prodotto non altrimenti compatibile, in modo da proteggere la carta e nello stesso tempo rendere

reversibile il prodotto non compatibile. Il compito del laboratorio chimico è soprattutto quello di intervenire con il metodo più selettivo, più sicuro.

Dopo 25 anni di Opificio siamo giunti alla conclusione che è preferibile usare un prodotto poco compatibile con il supporto sul quale si interviene. Per quanto riguarda il supporto cartaceo, gli amidi e la metilcellulosa sono prodotti sicuramente più compatibili, ma come dicevo, porteranno una sicura modificazione al supporto perché penetrano intimamente nella struttura della carta, mentre gli acrilici, sicuramente incompatibili, garantiscono maggiore reversibilità perché due materiali incompatibili tendono a rifiutarsi, a staccarsi.

Gli acrilici mescolati alla metilcellulosa vengono usati per far aderire la tela poliestere alla carta giapponese. Sull'opera, quando c'è bisogno di un fissativo è il **plexisol** ad essere usato molto.

Daniela Pagano A quanto tempo fa risale la sperimentazione dell'acheogard?

Giancarlo Lanterna La sperimentazione dell'**acheogard** (perfluoro polietere modificato) risale a una decina di anni fa. Il perfluoro polietere impregna ma non ha potere adesivo, dunque per utilizzarlo nel restauro è stato chimicamente modificato. Il perfluoro polietere aveva il problema di non essere filmogeno e di trattenere la polvere, praticamente di fissarla al substrato; un materiale modificato, più consistente, risolse questa controindicazione rendendo così il materiale più versatile (i perfluori polieteri vanno benissimo sulle carrozzerie e sugli sci).

Daniela Pagano Come selezionate i materiali da sperimentare?

Giancarlo Lanterna Alle industrie non conviene produrre per il restauro: non ci sono i numeri. Dunque bisogna sondare fra i materiali prodotti per altri scopi. Noi, come Istituto, pur non essendo un ente di certificazione, vagliamo quel che offre il mercato delle ditte di restauro (non esistono industrie che producono per il restauro ma esistono diverse ditte per il restauro che sperimentano prodotti sul mercato e poi ne propongono l'uso nel restauro). Quando viene lanciato il prodotto noi lo testiamo e chiunque può servirsi di questi dati perché noi siamo un'istituzione pubblica. A noi spetta il compito di valutare la fattibilità di quel prodotto: tutte le avvertenze e le modalità d'uso di quel prodotto dobbiamo farcele da noi. È difficile che una ditta mi venga a proporre un materiale dannoso ma neanche un prodotto che mi risolva tutti i problemi dei restauratori.

A volte ci sono anche rapporti con i fornitori che ci mandano qualche campione per avere il nostro parere. A quel punto i restauratori fanno delle prove per valutare la resa estetica del prodotto e noi chimici valutiamo la qualità. Certo non potrei tenere in considerazione un adesivo colorato anche se avesse eccezionali prestazioni dagli altri punti di vista!

Utilizziamo soprattutto i test di invecchiamento artificiale: il comportamento dei polimeri è più prevedibile rispetto ai prodotti naturali. Dal punto di vista chimico la molecola di un polimero è molto più pura e semplice di un prodotto naturale: è per questo che il suo comportamento nel tempo è più prevedibile.

Il problema della durabilità dell'intervento di restauro è molto serio: se abbiamo di fronte un oggetto che ha duecento-trecento anni di vita e ci metto sopra un polimero che me lo fa ingiallire dopo trenta anni, faccio un'azione di presunzione se penso di fare un'opera di conservazione. E il restauratore invece è mosso sempre dalla "presunzione" di poter dare la vita eterna ad un'opera d'arte.

Oggi noi ci poniamo il problema di dare maggiore possibilità di lettura all'opera, di garantire la tenuta dell'intervento di restauro il più a lungo possibile e di segnalare nella relazione di restauro ogni prodotto usato in modo che un giorno non mi dovrò preoccupare di fare l'analisi per capire che cosa ha usato il restauratore, ma solo per capire che cosa può aver interagito con la sostanza che ha usato. Noi abbiamo anche la necessità di lavorare per la creazione di nuove tecnologie, per esempio la modificazione degli strumenti, non tanto nella loro valenza di strumenti ma nella loro dimensione: lo spazio del porta-campioni è grosso come una moneta e per studiare le parti dell'opera abbiamo bisogno di asportarne dei campioni; se potessimo metterci tutta l'opera non avremmo più bisogno di un intervento invasivo. E inoltre dobbiamo preoccuparci del benessere dei restauratori che sono a contatto con materiali tanto diversi. Per quanto riguarda i **solventi**, per es., la salvaguardia degli operatori suggerisce di spostarsi verso metodi acquosi più sicuri: dunque evidentemente le scelte si pilotano o si restringono in una determinata direzione.

In tanti casi un prodotto con una sola metodologia di applicazione non basta, bisogna inventarsela un'altra, cercando di accoppiare o

di sfruttare azioni antagoniste. Tutte le volte ci troviamo davanti ad una sfida nuova, la soluzione della quale richiede un po' di ingegno. Certo, spesso, se andiamo a leggere due relazioni di restauro verificiamo che sono stati usati gli stessi prodotti con gli stessi metodi, ma questa è solo una verifica a posteriori.

Quando si sperimenta un prodotto in un settore di restauro si tende a testarlo poi anche per altri supporti: per es. dal campo dei dipinti a quello cartaceo e membranaceo. Un caso esportabile è stato recentemente il **ciclododecano** che è un idrocarburo ciclico con una molecola piuttosto grossa (è un idrocarburo "pesante") e con consistenza cerosa. Essendo un idrocarburo è idrofobo, cioè idrorepellente. Viene venduto in bombolette spray. Da prove fatte su materiali porosi, fra cui la carta, si vede che il 95% di questo materiale spruzzato in modo regolare se ne va in tre giorni. Si arriva al 100% in più giorni (fino a 60 giorni a seconda dei casi). Sta di fatto che se spruzzo questo prodotto su una superficie, questo evapora in pochi giorni rendendomi idrorepellente quel supporto solo per il tempo che serve ad un lavaggio dell'opera. Potrà dunque essere usata per proteggere le zone di un'opera sensibili al contatto col mezzo acquoso. Questo materiale è stato usato per i dipinti, poi è andato sugli intonaci. La bellezza di questo materiale è che non essendo polare con un po' di white spirit va via (il white spirit è etere di petrolio: il solvente meno polare, più sicuro e più utilizzato nei laboratori di restauro per bagnare tutte le superfici).

Sono stati inoltre testati dei **consolidanti** che danno un consolidamento inferiore rispetto a quello degli acrilici e dei vinilici

ma in realtà bisogna porsi il problema del consolidamento idoneo per ogni tipo di materiale: non bisogna creare modificazioni al supporto. Per es. se metto una resina epossidica su un legno tarlato mi diventa un pezzo d'acciaio: una prestazione può essere esuberante a dei costi molto alti a discapito della reversibilità perché avrò bisogno di reagenti molto forti che il substrato potrebbe non sopportare. Sono, dunque, stati utilizzati come consolidanti degli stilemi idrogenati, dei polimeri un po' più consistenti delle cere; ma sono risultati ideali solo per il legno che deve solo reggere se stesso, non introducendo forte interazione fra substrato e materiale da integrazione.

La ricerca è oggi finalizzata non tanto nella sperimentazione di nuovi materiali, ma nella ricerca tesa ad accoppiare fra loro materiali che apparentemente non stanno bene fra di loro: questo è il nostro obiettivo. È difficile inventarsi un nuovo materiale da sperimentare.

Ci può essere una esportazione di nuove tecnologie, per esempio abbiamo sperimentato una tecnologia di pulitura superficiale per i dipinti che poi abbiamo esteso ai tessili e alla carta: il laser elbio ad infrarossi. Sui dipinti funziona egregiamente perché è molto selettivo riuscendo ad erodere 4 o 5 micron alla volta: dunque un assottigliamento progressivo fino ad arrivare ad una situazione omogenea come vogliono i restauratori su tutti i colori (non agisce come un "mastro lindo", è molto delicato).

La carta, sottoposta al processo di pulitura con lo stesso strumento, pare che venga invece danneggiata con un infeltrimento piuttosto

evidente. Per i dipinti abbiamo messo a punto un preciso protocollo di utilizzo del laser, mentre per la carta siamo fermi a queste prove preliminari.

Certo ci sono problemi economici perché costa circa 80 milioni, ma è un grande bisturi che sostituisce la perizia dei restauratori lasciando meno possibilità di errore.

I **vinilici** presentano gravi problemi di rimozione per cui non si consiglia assolutamente il loro uso. Purtroppo c'è chi continua a farne uso e purtroppo noi degli istituti centrali (Opificio, Istituto centrale per il restauro e Patologia del libro) non curiamo nemmeno il 10% dei restauri eseguiti in Italia.

Il **primal AC33** viene usato con determinate precauzioni. Negli ultimi anni è stata cambiata la sua composizione: problema molto grave per noi. Si cambia qualche solvente, qualche eccipiente di qualche punto percentuale e due differenti industrie trovano in questo modo l'escamotage per vendere un prodotto simile. Quando si fanno dei test, per verificare la validità di un prodotto, si fanno a partire dalle materie prime. Se queste materie cambiano evidentemente i risultati attesi possono essere diversi. Se io metto il primal AC33 al 50% in un diluente acquoso io vendo sempre l'AC33! E non viene considerato che è diluito in una percentuale così alta.

Per fare un altro esempio il white spirit che è etere di petrolio viene usato tranquillamente per bagnare i dipinti senza alcun effetto nocivo perché è un solvente apolare, ma in commercio esiste lo stesso prodotto denurato che mi fa una pulitura non voluta: il

tampone si macchia. Noi abbiamo avuto questo problema con conseguenti azioni legali.

Una mia collega ha messo a punto un protocollo per fare calchi di pietra e metalli con un certo materiale (su richiesta del ministero che avrebbe raccomandato la procedura a tutte le soprintendenze). Questo film barriera usato dalla collega è stato riformulato e la sua riformulazione non manteneva più il film in superficie ma lo faceva penetrare nei materiali con scarsi risultati e con il problema di togliere lo stesso il film dalla superficie.

Daniela Pagano Quali sono i polimeri più utilizzati da voi come adesivi?

Il polimero più utilizzato come adesivo è il **plaxtol**.

Il **klucel** è una colla da parati. Non per fare i puri, ma questo è un discorso che lascio ai restauratori, a me come caratteristiche non piace. La metilcellulosa sarà anche un materiale compatibile con la carta, ma la qualità lascia a desiderare per quanto mi riguarda. Questo non vuol dire che io sia un polimerista. Cerco di mantenere una giusta equidistanza dai fatti. Se spalmo un'opera con un polimero questa è bella che compromessa, il discorso più importante che deve essere tenuto presente è quello del minimo intervento che riguarda sia l'estensione dell'intervento sia i mezzi utilizzati per il restauro.

Al **paraloid** è stato fatto un processo bulgaro, ma rivalutando in maniera oggettiva i fatti, quello che è stato sbagliato è stato soprattutto il metodo di applicazione dell'adesivo: è stato profuso troppo a piene mani. Ma io ho vissuto l'alluvione e le posso dire

che se non ci fosse stato il paraloid il 50% del patrimonio artistico e documentario fiorentino l'avremmo perso. Nel '66 un altro polimero che conviveva con l'acqua non si poteva trovare!

Ho visto degli affreschi imbottiti di paraloid polverizzati in 5 anni. Ma se invece di dare una mano di paraloid al 15% ne avessero date quattro al 3% probabilmente gli affreschi sarebbero ancora qui. Ci sarebbe stata una maggiore diffusione del polimero ma con un minore cambiamento delle caratteristiche del supporto dell'opera. E questo di cui le ho parlato è un restauro della metà degli anni Ottanta.

All'inizio degli anni Novanta il paraloid è stato demonizzato ed è anche stato rispolverato il discorso sugli adesivi naturali. Ma secondo me sono discorsi pericolosi, un po' come le mode.

INTERVISTA A NATHALIE RAVANEL

Firenze, 7 giugno 2005

Nathalie Ravanel Ogni anno tengo dei corsi all'Opificio delle Pietre Dure di Firenze come esperta sui grandi formati.

Come restauratrice privata lavoro ogni giorno sui grandi formati, ma l'ultimo incarico pubblico su un grande formato l'ho avuto nel 2003 per le settecentesche carte da parato cinesi del castello di Racconigi (in provincia di Cuneo): erano pannelli 4 m. per 4 m.

Mi hanno chiamato per il teatro di Salerno, ma ho rifiutato perché era un subappalto. Non sono mai riuscita a lavorare più a sud di Roma.

Daniela Pagano Riguardo ai materiali da usare nei restauri, qual è la sua posizione rispetto all'utilizzo degli adesivi naturali e di quelli sintetici?

Nathalie Ravanel In Inghilterra da tanto tempo c'è l'interesse per i prodotti naturali; mentre in Italia la linea portata avanti dal Centro di fotoreproduzione e dall'Istituto di Patologia era che, visti i danni causati dagli insetti, bisognava usare i prodotti sintetici. Il problema, secondo me, sta tutto nel come si usano i prodotti sintetici e i prodotti vegetali. Se si usano degli spessori troppo spessi di amido, come si faceva per il passato, l'insetto in poco tempo va a mangiare, ma se è uno strato minimo il discorso cambia totalmente. Nella carta già nella fabbricazione c'è una collatura vegetale, nel restauro se ne aggiunge solo un po' di più. Io sono

stata a Roma nel 1981 e 1982 a Villa Medici (avevo vinto questo concorso come francese) e mi sono confrontata con quello che si faceva a Patologia del Libro e a Fotoriproduzione. La loro posizione all'epoca era molto rigida: solo i prodotti sintetici e niente ritocchi, nessuna lacuna veniva trattata. L'Opificio era quasi inesistente quindi Patologia aveva il potere assoluto in Italia. Io al momento mi terrorizzai. Feci un lavoro a Patologia con Carlo Federici, erano delle stampe incollate sul legno a più strati. Il primo strato si staccava bene, l'ultimo (la carta direttamente sul legno) non riusciva a staccarsi. Venivano via solamente dei pezzi di stampa in ottime condizioni, il resto si sbriciolava con il legno. Loro volevano salvare quello che si riusciva a staccare salvando il salvabile e distruggendola così nella sua integrità, io mi sono rifiutata, ho fatto solo una sorta di deacidificazione con tylose e calcio e mi sono rifiutata di staccare l'opera dal fondo originario (si sarebbe distrutta l'opera per salvarne dei pezzettini): la distruzione l'avrebbe fatta il tempo non io! Dopo un mese sono andata via per il disagio in cui mi sono trovata. Quando si tratta di un oggetto artistico non puoi essere così rigido.

Quando ho restaurato "L'arco di trionfo di Massimiliano" di Durer della Braidense a dirigere il restauro c'era Patologia del libro, ed era il periodo in cui imperversava la linea della deacidificazione: tutto doveva essere deacidificato quindi anche questa stampa. Dopo il controllo del ph si vide che la carta era poco acida e d'accordo con l'ispettore decisi di non fare la deacidificazione che è un intervento molto forte, ma un blando lavaggio con un po' di calcio dentro.

Io uso molto spesso gli acrilici come adesivi e le tele di rifodero in poliestere per un problema di conservazione e di manutenzione, perché sulle carte, in particolare se di grande formato, non c'è controllo o è molto difficile che ci sia. Basta pensare ad una carta da parati rimessa su un muro: come si fa a controllare se non si infila un insetto? Dunque, in questi casi, si rifoderano le carte con tele sintetiche al 100% o in alta percentuale di poliestere. Queste tele sono più resistenti alla trazione, poiché registrano in ambiente umido un movimento solo minimo.

Lo stesso metodo può essere applicato anche per formati molto minori come i manifesti: tutto dipende da come sono conservati. Se sono tenuti in cassettiere, le carte sono tenute riparate in un luogo chiuso, dunque la conservazione è buona e il controllo è più facile e basta che sia annuale; quando sono appesi in rastrelliere li si va a guardare molto di meno; quando invece sono in esposizione al muro nessuno va a guardare cosa succede. Dipende poi anche dalla quantità della collezione. Se un collezionista ha una sola carta geografica sta attento perché è l'unica. Il discorso cambia totalmente già se ce ne sono 20 o 30. Molto forte il problema di chi cura la collezione: ha la sensibilità e la competenza per averne cura? Il discorso vale anche per i direttori dei musei. Ci può essere un direttore molto attento mentre sto facendo un restauro, ma chi sarà il suo successore? Il restauro non può avere 10 anni di vita, io spero che ne abbia almeno 80-100 come fanno in Giappone.

Come **acrilico** uso soprattutto plextol, ma quando è a contatto con l'oggetto si usa in quantità minima: al 5% o massimo al 10% nel

tylose mh300p. Nella rifoderatura fra la carta giapponese e la tela uso una miscela mista plectol e tylose al 50%.

Il **Klucel** in alcool lo uso come fissativo e come impermeabilizzante al 5%, massimo 10% sempre in tylose (la tylose è molto densa).

La tylose passata sull'opera attraverso carta giapponese fa un po' di pulizia e fissa il medium. La uso spesso prima di foderare o per staccare dal muro o per levare la vecchia tela quando non viene via bene e si rischia di togliere via anche del colore insieme alla vecchia tela. I ritocchi si fanno alla fine direttamente sulla carta. In genere li faccio in acquerello, quando invece uso i pastelli (in genere lo faccio quando ci sono dei cieli molto rovinati che in acquerello non vengono bene) allora ho bisogno di fissarli e lo faccio col klucel in alcool a spruzzo molto leggermente perché se si dà un po' di più ritorna in superficie la macchia di sotto.

Questo che le mostro è un cartone preparatorio per un affresco dell'Ottocento. Apparteneva ad una collezione di una cinquantina di cartoni ed era uno degli ultimi da restaurare. A differenza degli altri era ritagliato in 5 pezzi. Mi sono chiesta se fosse stato tagliato durante il primo restauro.

L'opera è stata foderata con la tela poliestere più fine: quella al 100% poliestere. Esistono 4 tipi di tele che possono essere utilizzate: quella al 100% poliestere, quella all'80%, quella al 60% e quella al 50%. Quelle con percentuale più bassa di poliestere hanno trama più spessa perché l'altro componente è il lino e imitano il tessuto naturale, spesso i collezionisti possono preferirle per questo motivo.

Anche per i piccoli formati, come per quest'olio su cui sto lavorando, posso far uso di plectol e tylose, perché il plectol è un termoadesivo e se c'è problema di adesione della pellicola pittorica nelle zone più spesse posso andare con il ferro che aiuta molto. Il plectol attacca molto bene con un po' di caldo sui 50 gradi. In quest'olio ci sono differenze di spessore e c'è necessità di fermare le parti che hanno maggiore spessore.

Il **plextol B500** è un termoadesivo, dunque puro ha bisogno di calore per essere attivato. Ma di norma nel restauro viene usato mescolato al tylose per cui non c'è bisogno di usare il calore. Questo prodotto mi piace molto per la sua fluidità. Poi, essendo così liquido, non c'è il rischio di sbagliare usandolo puro, perché soprattutto sulla carta giapponese ci passa attraverso senza restare per nulla in superficie. Invece, purtroppo, chi ha usato o continua ad usare il **vinavil** lo può utilizzare benissimo al 100%. Io ho visto tanti di quei guai fatti con il vinavil..... Ho lavorato e continuo a lavorare a Genova su carte geografiche restaurate con il vinavil dal 1985 al 1989. In così pochi anni già rovinate. Tutte da staccare e rimontare. Non si è capito perché non tutte, ma molte erano così attaccate con il vinavil che abbiamo dovuto fare bagni con l'acetone.

Daniela Pagano Ha mai usato il vinnapas dispersione as 60, il plexisol e il primal?

Nathalie Ravanel Il **vinnapas dispersione as 60** non l'ho usato più: era quello sperimentato con l'Opificio per le carte da parati ma poi non ha dato risultati soddisfacenti.

Il **plexisol** invece lo uso come fissativo. Sto restaurando una tempera con ampie lacune biancastre nel cielo. I residui saltavano in continuazione. L'ho umidificata aiutandomi con tessuto non tessuto per proteggerla dal contatto diretto con l'umido e poi sono andata con il tylose all'1% piano piano per fissare le zone che si staccavano. Ma molte scaglie continuavano a saltare, dunque ho fatto la prova con il plexisol molto diluito, consultandomi con un collega che l'aveva già usato per una tempera. Con il plexisol sono fuoriuscite zone brune nelle lacune, ma si è fermato il problema del distacco delle scaglie di tempera. Il problema maggiore di questo prodotto è però il fatto che il suo solvente è l'acetone, dunque usarlo come fissativo vuol dire che l'intervento è irreversibile.

Il **primal** lo uso, ma non direttamente sull'opera perché dà un effetto lucido e soprattutto irrigidisce parecchio l'opera. Faccio una preparazione di primal con la carta giapponese e poi applico la carta sull'opera così dà molta più elasticità.

Uso esclusivamente **tylose e pasta d'amido** per gli oggetti molto pregiati e molto delicati. Devo usare la pasta d'amido perché il tylose da solo non ha un potere adesivo abbastanza forte. Attacca di più il **glutofix**, metilcellulosa usata in qualche laboratorio.

Daniela Pagano E per quanto riguarda le gelatine?

Nathalie Ravanel Le **gelatine e la colla di pesce** invece non le ho mai usate. Neanche sperimentate perché non mi piacciono assolutamente i restauri fatti in passato con questi materiali naturali che ingialliscono facilmente e appena c'è un po' di spessore si distaccano anche delle scaglie: la carta non rimane morbida.

Daniela Pagano E il paraloid B67 e l'acheogard?

Nathalie Ravanel Il **paraloid B67** si usa solo in casi rarissimi. A Roma l'hanno messo dovunque. A Firenze sono stati molto più cauti. Io ho seguito anche delle ricerche fatte in Francia durante le quali appurarono che come fissativo il plexisol era molto migliore del paraloid sia come grado di invecchiamento sia per l'ingiallimento. Anche come consolidante (adesivo che si usa sotto le scaglie sollevate) uso sempre il plexisol.

L'**acheogard** non l'ho mai provato anche se so che è stato sperimentato all'Opificio anni fa. Io nel privato faccio solo delle prove tecniche su prodotti già testati, non posso certamente fare dei test veri e propri.

Daniela Pagano La irreversibilità degli acrilici è un argomento forte per chi è contrario al loro uso.

Nathalie Ravanel Per gli adesivi usati sul recto il fatto è praticamente irreversibile, ma totalmente reversibili sono invece gli acrilici dal verso dell'opera se usati nella giusta proporzione con il tylose. Non bisogna fare errori nell'uso dei sintetici.

Daniela Pagano Le mostro le foto che ho fatto qualche mese fa dello stato delle carte da parati di Palazzo d'Arco a Mantova. Quella è stata una delle sue prime esperienze su carte così ampie e la prima in assoluto di questo tipo di interventi in Italia. I margini cuciti con il velcro hanno ceduto in più punti soprattutto negli angoli.

Nathalie Ravanel Alla carta era stato applicato tutto intorno il velcro e la mia paura era che qualcuno andasse a sollevarlo. Con

questa tecnica è l'intervento più antico che sia stato fatto su una carta da parati. Dopo qualcuno ha riutilizzato il velcro ma secondo me è un tipo di intervento molto eccezionale. L'intervento con il velcro non mi ha mai convinta perché è troppo fragile per assicurare la tensione di grandi formati come le carte da parati. C'era un telaio di legno per tenere la carta staccata dal muro; poi sul legno abbiamo incollato e appuntato una parte del velcro di cui l'altra parte era stata cucita sulla tela (la carta era intelata). Ma tutto il procedimento richiedeva una conservazione molto delicata perché se si stacca il velcro la tempera salta. La cucitura era stata fatta con delle macchine da cucire in una grande stanza con l'opera stesa dal verso. Questa tecnica non è più stata usata da me. In altri casi di carte da parati ho usato puntine e chiodi. Per le carte da parati bisogna stare attenti anche quando le si stende: bisogna calcolare la tensione naturale della carta. La carta tesa con il velcro non è mai ben tesa come con i chiodi, è per questo assorbe molto meglio i movimenti dei muri e lo stesso movimento naturale della carta, ma l'intervento con il velcro è molto più delicato di quello con i chiodi. Io penso che qualcuno si sia divertito a sollevare magari un angolo già un po' sollevato e poi c'è il problema delle condizioni di temperatura e umidità che non sono buone. Il soffitto fu un dramma tenderlo. Ero con tre allieve a cercare di tirare 8 m. per 6m. ma non mi riuscì come avrei voluto. Spero che la muffa non abbia attaccato perché almeno per questo l'uso di tele sintetiche e di acrilici dovrebbe garantire. Ho lavorato nell'estate del 2003 alle carte da parati del castello di Racconigi. E' stato micidiale per il caldo ma

abbiamo fatto in tempo a tendere le carte per settembre dunque a temperatura abbastanza asciutta. Ma cosa sarebbe successo se si fossero montate a dicembre? Con l'arrivo dell'estate si sarebbero potute tendere fino anche a spaccarsi. Bisogna lasciare la possibilità del movimento naturale se si tendono in inverno. Quando restauro delle carte da parati, poi, voglio sempre la presenza dell'architetto perché lì c'è il problema dei muri che si muovono. L'ispettore della soprintendenza è limitato: vede solo l'oggetto.

Bibliografia

ARMENINI 1586

ARMENINI G.B., *De' veri precetti della pittura*, Ravenna, 1586 (nuova edizione: a cura di GORRERI M., Torino, Einaudi, 1988, libro III).

PINZUTI 1958

PINZUTI M., *Restauro delle incisioni in bianco e in nero*, in *Bollettino dell'Istituto di Patologia del Libro Alfonso Gallo*, Roma, anno XVII (1958), luglio-dicembre, fasc. III-IV, pp. 133-142.

SANTUCCI 1959

SANTUCCI L., *Restauro, conservazione e durabilità della carta. Alcuni problemi chimici e fisici. Rapporto sulla situazione della ricerca scientifica*, in *Bollettino dell'Istituto di Patologia del Libro Alfonso Gallo*, Roma, anno XVIII (1959), gennaio-giugno, fasc. I-II, pp. 16-29.

BRANDI 1963

BRANDI C., *Teoria del restauro*, Roma, Edizioni di Storia e letteratura, 1963 (nuova edizione : Torino, Einaudi, 1977 e 2000).

SYNTHETIC MATERIALS 1963

Synthetic materials used in the conservation of cultural property, Rome, International Centre for the study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property (ICCRUM), 1963.

ICOM 1969

ICOM (International Council of Museums), *Problèmes de conservation dans les musées*, Paris, Éditions Eyrolles, 1969.

DOLLOFF 1971

DOLLOFF F. W., *How to care for works of art on paper*, Boston, Museum of Fine Arts, 1971.

TONOLO 1971

TONOLO A. (a cura di), *Sviluppi delle ricerche microbiologiche per la conservazione della carta*, Roma, Quaderni del Gabinetto Nazionale delle Stampe, 1971.

GABINETTO DELLE STAMPE 1972

Ricerche chimiche e chimico fisiche per la conservazione della carta, Roma, Quaderni del Gabinetto Nazionale delle Stampe, 1972.

CONTI 1973

CONTI A., *Storia del restauro e della conservazione delle opere d'arte*, Milano, Electa, 1973.

URBANI 1973

URBANI G., *Problemi di conservazione*, Bologna, Compositori, 1973.

CALVINI 1973

CALVINI P., *Metodologie di studio sulla cellulosa. I. Determinazione dei gruppi carbonilici e carbossilici. Esame della letteratura ed esperimenti preliminari*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXII, 1973-1974, pp. 5-22.

SANTUCCI 1973

SANTUCCI L., *Degradazione della cellulosa in presenza di composti inorganici. II. Conseguenze del trattamento con bicarbonato di magnesio e di calcio ai fini della deacidificazione*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXII, 1973-1974, pp. 73-89.

ZAPPALÀ PLOSSI 1976

ZAPPALÀ PLOSSI M., *Agenti deterioranti chimici e fisici*, pubblicazione interna dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro, 1976.

ZAPPALÀ PLOSSI 1977

ZAPPALÀ PLOSSI M., *Indagine su adesivi per il restauro di documenti cartacei*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXIV, 1976-1977, pp. 35-51.

BALDINI 1978

BALDINI U., *Teoria del restauro*, vol. I, Firenze, Nardini Editore, 1978.

ZAPPALÀ 1978

ZAPPALÀ A., *Velatura a secco di documenti fragili. Messa a punto di una apparecchiatura per l'impregnazione automatica di carta giapponese*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXV, 1978-1979, pp. 93-110.

BAUER 1978

BAUER L.F., «*Quando si dipinge si disegna ancora*»; *some Observations on the Development of the Oil Sketch*, in *Storia dell'Arte*, n. 32, 1978, pp. 45-57.

BOLLETTINO PATOLOGIA DEL LIBRO 1978a

Controllo della qualità della carta giapponese per velatura Mino Tengujo n° 25502 «in rotoli», in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXV, 1978-1979, pp. 195-199.

BOLLETTINO PATOLOGIA DEL LIBRO 1978b

Controllo di un nuovo tipo di carta giapponese per velatura Mino Tengujo n° 25504 di colore giallo antico, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXV, 1978-1979, pp. 200-203.

BOLLETTINO PATOLOGIA DEL LIBRO 1978c

Controllo della velatura a secco eseguita carta giapponese «502» preventivamente trattata con «Primal AC 34» e «Primal AC 61», in Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro, Roma, anno XXXV, 1978-1979, pp. 204-207.

ALTHÖFER 1980

ALTHÖFER H., *Modern Kunst Handbuch der Konservierung*, Düsseldorf, Patmos Verlag, 1980-1987 (ed. italiana: Althöfer Heinz, *Il restauro delle opere d'arte moderne e contemporanee*, Fiesole, Nardini, 1991).

ALBERICI 1980

ALBERICI C., *Incontro con la civica raccolta delle stampe Achille Bertarelli*. Milano, Milano, Comune di Milano – Rpartizione Cultura e Spettacolo, 1980.

BALDINI 1981

BALDINI U., *Teoria del restauro*, vol.II, Firenze, Cardini, 1981.

UFFIZI 1981

GABINETTO DISEGNI E STAMPE DEGLI UFFIZI, *Restauro e conservazione delle opere d'arte su carta*, catalogo della mostra, Firenze, Leo S. Olschki, 1981.

TIANO 1981

TIANO P., *Problemi biologici nella conservazione dei disegni e delle stampe*, in UFFIZI 1981, pp. 39-42.

BELLUCCI, BODDI 1981

BELLUCCI R., BODDI R., *Elementi di climatologia*, in UFFIZI 1981, pp. 43-47.

SIGNORINI PAOLINI 1981

SIGNORINI PAOLINI O., *Gli inchiostri*, in UFFIZI 1981, pp. 49-57.

PICCOLO 1981

PICCOLO M., *La carta*, in UFFIZI 1981, pp. 59-69.

PETRIOLI TOFANI 1981

PETRIOLI TOFANI A., *I materiali e le tecniche*, in UFFIZI 1981, pp. 73-113.

RESTAURO 1981

BACCI P., BONI S., HEBBLETHWAITE NOVELLO S., PETRIOLI TOFANI A., PICCOLO M., *Il restauro*, schede di restauro in UFFIZI 1981, pp. 115-160.

PETRIOLI TOFANI 1981

PETRIOLI TOFANI A., *I montaggi*, in UFFIZI 1981, pp. 161-179.

CONTI 1981

CONTI A., *Vicende e cultura del restauro*, in *Storia dell'arte italiana, Conservazione, falso e restauro*, vol. X, Torino, Einaudi, 1981.

SANTUCCI, MARTINELLI 1981

SANTUCCI L., MARTINELLI G., *Resistenza e stabilità della carta. IX. Collatura con gelatina, alcool polivinilico e ossietilcellulosa; venti anni dopo*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXVII, 1981, n. 37, pp. 55-65.

PETRIOLI TOFANI, BONI 1981

PETRIOLI TOFANI A., BONI S., *Cartoni d'arazzo restaurati dopo l'alluvione del 4 novembre 1966*, in Giusti A.M. (a cura di), *Atti del Convegno sul restauro delle opere d'arte*, Firenze, 2-7 novembre 1976, vol. I, Firenze, edizioni Polistampa, 1981, pp. 307-310.

BAKER 1982

BAKER C., *Methylcellulose and sodium carboxymethylcellulose: uses in paper conservation*, in *Postprints*, annual meeting Milwaukee, Wisconsin, 26-30 may, The American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1982, pp. 16-19.

BICCHIERI 1982

BICCHIERI M., *Protezione temporanea di frammenti, pigmenti, inchiostri solubili in acqua mediante applicazione di velo precollato con Primal AC33*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXVIII, 1982-1983, n. 38, pp. 27-32.

GALLO, MARCONI 1982

GALLO F., MARCONI C., *Ricerche sperimentali sulla resistenza agli agenti biologici di materiali impiegati nel restauro dei libri*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXVIII, 1982-1983, n. 38, pp. 49-60.

HEY 1982

HEY M., *Foxing, un problema da affrontare*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXVIII, 1982-1983, n. 38, pp. 73-78.

RESIDORI, BORTOLANI, RONCI 1982

RESIDORI L., BORTOLANI M., RONCI P., *Indagine comparata sulle caratteristiche del Calaton, del Paraloid e del PVA come agenti di rinforzo dei materiali cartacei*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXVIII, 1982-1983, n. 38, pp. 103-119.

SANTUCCI 1982

SANTUCCI L., *Il ruolo della chimica nella conservazione del patrimonio librario*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, anno XXXVIII, 1982-1983, n. 38, pp. 121-148.

CRISOSTOMI, PLOSSI ZAPPALÀ 1983

CRISOSTOMI P., PLOSSI ZAPPALÀ M., *Alcune applicazioni nelle tecniche di restauro di polimeri sintetici puri*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Quaderni, n. 1, 1983, pp. 59-75.

FEDERICI, ROSSI 1983

FEDERICI C., ROSSI L., *Manuale di conservazione e restauro del libro*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1983.

SCIANNA, FILIPPINI 1984

SCIANNA N. e FILIPPINI A. (a cura di), *La carta. Medium culturale economico artistico*, catalogo della mostra, Forlì, Palazzo Albertini, 6 ott. – 4 nov. 1984, Forlì, Centro per la Patologia e la Conservazione del libro e del documento, 1984.

BENSI 1984

BENSI P., *Materiali e procedimenti della pittura italiana tra 800/900*, in *Ricerche di Storia dell'Arte*, n. 24, 1984.

PLOSSI ZAPPALÀ 1984

PLOSSI ZAPPALÀ M., *La degradazione del materiale librario dovuta a fattori ambientali*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 39, 1984-85, pp. 137-149.

MITA 1984

MITA L., *Riconoscimento delle fibre usate nella manifattura della carta*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 39, 1984-85, pp. 107-118.

BAKER 1984

BAKER C., *Seven helpful hints for use in paper conservation*, in *A.I.C. Book and Paper Group Annual*, n. 3, 1984, pp. 1-7.

GALLO 1984

GALLO F., *Disinfezione e Disinfestazione: problematiche ed esperienze*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 39, 1984-85, pp. 75-90.

FEDERICI, HEY, SERENA DI LAPIGIO 1984

FEDERICI C., HEY M., SERENA DI LAPIGIO F., *Conservazione e restauro delle opere d'arte su carta. I procedimenti di pulitura*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 39, 1984-85, pp. 57-74.

MATTEINI, MOLES 1984

MATTEINI M., MOLES A., *Scienza e restauro. Metodi di indagine*, Firenze, Nardini Editore, 1984.

FAIETTI 1985

FAIETTI M., *Nuove acquisizioni conoscitive su alcuni disegni restaurati della Pinacoteca Nazionale di Bologna*, in *Bollettino d'Arte*, anno LXX, 1985, serie VI, n. 33-34, pp. 217-232.

BIODETERIORAMENTO 1986

Scripta volant. Il biodeterioramento dei beni culturali: libri documenti opere grafiche, Istituto per i beni artistici culturali e naturali della Regione Emilia Romagna e Soprintendenza per i beni librari e documentari, Bologna, Edizioni Analisi, 1986.

DANTI, PICCOLO 1986

DANTI C., PICCOLO M., *Incisioni di Bernardino Capitelli e suoi contemporanei*, scheda di restauro in *OPD restauro - Quaderni dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 1, 1986, pp. 90-93.

FAIRBRASS 1986

FAIRBRASS S., *The problems of large works of art on paper*, in *The paper conservator – journal of the Institute of Paper Conservation*, Londra, Institute of Paper Conservation, vol. 10, 1986, pp. 3-9.

ANSALONE, DI MAJO, FEDERICI, MITA 1986

ANSALONE M., DI MAJO A., FEDERICI C., MITA L., *La connotazione dei materiali impiegati nel restauro – Le carte giapponesi*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 40, 1986, pp. 7-40.

ANSALONE, DI MAJO, MITA 1987

ANSALONE M., DI MAJO A., MITA L., *Cartoni per la conservazione ed il restauro*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 41, 1987, pp. 145-152.

DEL GRANO MANGANELLI 1987

DEL GRANO MANGANELLI F., *Dal muro alla biblioteca. Manifesti, bandi e fogli volanti*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 41, 1987, pp. 109-130.

HUXTABLE, WEBBER 1987

HUXTABLE M., WEBBER P., *Some adaptations of oriental techniques and materials used in the prints and drawings conservation department of the Victoria and Albert Museum*, in *The paper conservator – journal of the Institute of Paper Conservation*, vol. 11, atti del Convegno, Oxford, 14-18 aprile 1986, Londra, Institute of Paper Conservation, 1987, pp. 46-57.

HEBBLETHWAITE, MONTALBANO 1987

HEBBLETHWAITE S. e MONTALBANO L., “*Vedute d’Austria e Germania*”, serie di 31 stampe acquarellate dei secc. XVIII e XIX provenienti dalle ville Medicee fiorentine, scheda di restauro in *OPD restauro - Quaderni dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 2, 1987, pp. 138-141.

HEBBLETHWAITE 1987

HEBBLETHWAITE S., *Testa del Cristo morto*, scheda di restauro in *OPD restauro - Quaderni dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 2, 1987, pp. 141-143.

PLEXTOL 1987

ICOM COMMITTEE FOR CONSERVATION, *8th Triennial Meeting, Sydney, Australia, 6-11 September 1987*, atti del convegno, Los Angeles, Kirsten Grimstad, 1987, pp. 833-841.

DI SEREGO ALIGHIERI 1988

DI SEREGO ALIGHIERI F. (a cura di), *Conservazione delle opere d'arte su carta e pergamena*, atti del convegno, Torgiano, Fondazione Lungarotti, 14-16 aprile 1988, Torgiano, Volumnia Editrice, 1988.

FAIETTI 1988

FAIETTI M., *Esperienze di restauro e problemi di manutenzione nella raccolta dei disegni e delle stampe della Pinacoteca Nazionale di Bologna*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 20-34.

DANTI, RAVANEL 1988

DANTI C., RAVANEL N., *Il restauro delle carte da parati raffiguranti "Les vues d'Italie"*, conservate in Palazzo D'Arco a Mantova, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 37-45.

DELFINI-FILIPPI 1988

DELFINI-FILIPPI G., *Problemi di conservazione, esposizione e restauro di materiale cartaceo: i manifesti della collezione Salce di Treviso*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 112-118.

CARTIERE MILIANI 1988

SETTIMI F., CARTIERE MILIANI DI FABRIANO, *Le carte a lunga conservazione*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 149-150.

DANTI, BODDI 1988

DANTI C., BODDI R., *La collezione di bozzetti e figurini del Teatro alla Scala di Milano. Interventi di urgenza e norme per la conservazione e la consultazione*, DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 142-145.

RANIERI DI SORBELLO 1988

RANIERI DI SORBELLO A., *Fondale di teatrino ottocentesco*, DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 119-129.

PROSPERI 1988

PROSPERI C., *Il restauro di opere d'arte su carta e pergamena eseguito presso il Centro di fotoreproduzione legatoria e restauro degli Archivi di Stato*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 80-83.

SALVADOR 1988

SALVADOR L., *Disegni ad inchiostro acido incollati a foglio di supporto: alcune considerazioni sui veli di carta giapponese precollati da usare come velo protettivo temporaneo*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 59-62.

ERICANI 1988

ERICANI G., *Problemi di restauro di una tempera su carta ottocentesca. La decorazione del Ponga per la balconata del teatro Olimpia di Piove di Sacco*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 51-58.

MUZII 1988a

MUZII R., *Il cartone di Michelangelo per la Cappella Paolina e il suo restauro*, in DI SEREGO ALIGHIERI 1988, pp. 92-97.

MUZII 1988b

MUZII R., *Michelangelo a Capodimonte – Storia e vicende di un restauro*, Napoli, Olivetti, 1988.

CONSERVAZIONE 1988

La carta. Varietà di applicazione e problemi di conservazione, catalogo della mostra, Torgiano, Museo del Vino, 14-28 aprile, 1988, Ponte S. Giovanni (Perugia), Litostampa, 1988.

RAVANEL 1988

RAVANEL N., *Storia e tecnica delle carte da parati dalle origini alla metà del XIX secolo*, in *Kermes*, anno I, n. 2, maggio/agosto, 1988, pp. 15-19.

MATTEINI 1988

MATTEINI M., *Le problematiche generali per il consolidamento e l'adesione nel restauro di pitture su supporti diversi*, Quaderni di Skill-Enaip Lombardia, 1988.

DANTI, RAVANEL 1988

DANTI C., RAVANEL N., *Sala «Andreas Hofer» in Palazzo D'Arco. Il restauro delle carte da parati*, Mantova, Publi-Paolini Editore, 1988.

FEDERICI 1988

FEDERICI C., *Restauro e ricerca scientifica. Riflessioni sui limiti e sulle necessità*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 42, 1988, pp. 97-108.

ZAPPALÀ 1988

ZAPPALÀ A., *La qualità della carta durevole per la conservazione*, in *Cellulosa e carta*, n. 3, 1988, pp. 56-60.

CONTI 1988

CONTI A., *Storia del restauro e della conservazione delle opere d'arte*, Milano, Electa, 1988.

MATTEINI, MOLES 1989

MATTEINI M., MOLES A., *La chimica nel restauro. I materiali dell'arte pittorica*, Firenze, Nardini, 1989 (decima edizione 2003).

DI CASTRO 1989

DI CASTRO F., *La linea astratta dell'incisione italiana - Stamperia Romero 1960 - 1986*, Milano, Electa, 1989.

ALLODI 1989

ALLODI E., *Problemi di restauro dei materiali cartacei: trattamenti sbiancanti e conservazione*, in *Kermes*, anno II, n. 5, maggio/agosto, 1989, pp. 46-61.

GALLO, MARCONI, MONTANARI 1989

GALLO F., MARCONI C., MONTANARI M., *Ricerche sperimentali sulla resistenza agli agenti biologici di materiali impiegati nel restauro dei libri. VIII Saggi sulla resistenza all'attacco microbico di adesivi*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 43, 1989, pp. 105-120.

PLOSSI ZAPPALÀ 1989

PLOSSI ZAPPALÀ M., *Adesivi per il restauro librario e d'archivio. Effetto su carta*, in *Bollettino dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro*, Roma, n. 43, 1989, pp. 79-96.

MALTESE 1990

MALTESE C. (a cura di), *I supporti nelle arti pittoriche: storia, tecnica, restauro*, Milano, Mursia, 1990.

CONSONI 1990

CONSONI C., *La carta: procedimenti esecutivi*, in MALTESE 1990, PP. 323-354.

AGATI 1990

AGATI A.P., *La carta: conservazione e restauro*, in MALTESE 1990, pp. 357-380.

ZAPPALÀ 1990

ZAPPALÀ A., *Introduzione agli interventi di restauro conservativo di beni culturali cartacei*, Udine, Del Bianco editore, 1990.

DE MARCO 1990

DE MARCO G., *Il restauro dell'arte contemporanea (1) Riflessioni in margine*, in *Terzoocchio*, trimestrale d'arte contemporanea, anno XVI, n. 57, 1990, pp. 55-57.

MATTEINI, MOLES 1990

MATTEINI M., MOLES A., *Il laboratorio scientifico nell'attività di restauro*, in Bonsanti G. (a cura di), *Raffaello e altri – I restauri dell'Opificio*, catalogo della mostra, Firenze, Orsanmichele, 10 giugno-30 settembre 1990, Firenze, Centro Di, 1990, pp. 97-101.

COPEDE' 1991

COPEDE' M., *La carta e il suo degrado*, Firenze, Nardini, 1991.

DEYLA 1991

DEYLA M., *Carta story: Destinazione Type*, Società Tipo, 1991.

JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991

JAMES C., CORRIGAN C., ENSHAIAN M. C., GRECA M. R., *Manuale per la conservazione e il restauro di disegni e stampe antichi*, Firenze, Leo S. Olschki, 1991.

JAMES 1991a

JAMES C., *I collezionisti e le montature*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 12-26.

JAMES 1991b

JAMES C., *Le tecniche della stampa*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 65-89.

JAMES 1991c

JAMES C., *L'identificazione visiva delle tecniche grafiche e dei supporti*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 91-105.

JAMES 1991d

JAMES C., *La storia della conservazione delle opere d'arte su carta*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 110-125.

JAMES 1991e

JAMES C., *La conservazione oggi*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 127-130.

JAMES 1991f

JAMES C., *La storia del restauro*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 143-149.

JAMES 1991g

JAMES C., *Problematica del conservatore e problematica del restauratore*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 151-161.

JAMES 1991h

JAMES C., *Deacidificazione e riserva alcalina*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 203-207.

JAMES 1991i

JAMES C., *L'integrazione dei colori*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 219-221.

GRECA 1991a

GRECA M.R., *I problemi tecnici della conservazione*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 133-139.

GRECA 1991b

GRECA M.R., *L'eliminazione delle macchie*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 193-198.

GRECA 1991c

GRECA M.R., *Le colle*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 209-212.

GRECA 1991d

GRECA M.R., *La foderatura*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 215-217.

GRECA, JAMES 1991

GRECA M.R., JAMES C., *La pulitura*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 179-188.

ENSHAIAN 1991

ENSHAIAN M.C., *La carta*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 30-48.

JAMES, ENSHAIAN 1991

JAMES C., ENSHAIAN M.C., *I metodi di analisi*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 175-177.

CORRIGAN 1991a

CORRIGAN C., *Le tecniche del disegno*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 51-62.

CORRIGAN 1991b

CORRIGAN C., *I materiali di cui è fatta la carta*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 171-174.

CORRIGAN 1991c

CORRIGAN C., *L'eliminazione del vecchio supporto*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 189-191.

CORRIGAN 1991d

CORRIGAN C., *Lo sbiancamento*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 199-202.

CORRIGAN 1991e

CORRIGAN C., *Il consolidamento e l'integrazione*, in JAMES, CORRIGAN, ENSHAIAN, GRECA 1991, pp. 213-214.

MONTORSI, CONSORZIO TECNEMA 1991

MONTORSI P. e CONSORZIO TECNEMA, *Il restauro dei cartoni dell'EA2*, in *Kermes*, anno IV, n. 10, gennaio/aprile, 1991, pp. 25-30.

MICARA, RICKMAN 1991

MICARA L. e RICKMAN C., *Rivestimenti murali in carta e cuoio*, atti della Giornata di studio - Roma 3 dicembre 1990, Sala Borromini, Roma, Centro studi per la conservazione della carta, 1991.

RAVANEL 1991

RAVANEL N., *La restauration des grands formats*, in *Sauvegarde et conservation des photographies, dessins, imprime set manuscripts*, actes des journées internationales d'études de l'Arsag, Paris, 30 septembre au 4 octobre 1991, Paris, Association pour la Recherche scientifique sur les arts graphiques, 1991, pp. 186-192.

PLEXTOL 1991

HORTON-JAMES D., WALSTON S., ZOUNIS S., *Evaluation of the Stability, Appearance and Performance of Resins for the Adhesion of Flaking Paint of Ethnographic objects*, in *Studies in Conservation*, n. 36, 1991, pp. 203-221.

BERTARELLI 1991

MILANO A., VILLANI E. (a cura di), *Le carte decorate della Raccolta Bertarelli*, Milano, Arnoldo Mondadori Arte Editore, 1991.

BERTARELLI 1992

BELLINI P. (a cura di), *L'incisione in Italia nel XX secolo – 100 stampe dalla Raccolta Bertarelli*, Milano, Vangelista editori, 1992.

GALLO 1992

GALLO F., *Il biodeterioramento di libri e documenti*, Roma, Centro Studi per la Conservazione della Carta, 1992.

MONTALBANO 1992

MONTALBANO CICCARINI L., *Il sistema giapponese dei «falsi margini». Applicazioni tradizionali e nuove proposte di intervento*, in *Kermes*, anno V, n. 14, maggio/agosto, 1992, pp. 18-26.

RIGHI 1992

RIGHI L. (a cura di), *Conservare l'arte contemporanea - La conservazione e il restauro oggi. Dalla manualità artigiana alla ricerca pluridisciplinare*, Ferrara, 26 - 29 settembre 1991, Fiesole, Nardini, 1992.

FURIA 1992

FURIA P., *Storia del restauro librario dalle origini ai nostri giorni*, Istituto centrale per la patologia del libro, Roma – Milano, Editrice Bibliografica, 1992.

FAIRBRASS 1992

FAIRBRASS S. (a cura di), *Conference Papers Manchester 1992*, Londra, Institute of Paper Conservation, 1992.

NIELSEN 1992

NIELSEN I., *The conservation of 41 Toulouse-Lautrec posters*, in FAIRBRASS 1992, pp. 68-72.

BAKER 1992

BAKER C., *The role viscosity grade plays when choosing methylcellulose as a sizing agent*, in FAIRBRASS 1992, pp. 219-221.

MAHEUX 1992

MAHEUX A. F., *Persistent dilemmas: the conservation of large works of art on paper at the national Gallery of Canada*, in FAIRBRASS 1992, pp. 73-80.

KOSEK, GREEN 1992

KOSEK J., GREEN L.R., *Survey of oil painting and sketches on paper in the collection of the British Museum – An assessment of stability*, in FAIRBRASS 1992, pp. 96-102.

ANGELUCCI, RYLANDS 1992

ANGELUCCI S. e RYLANDS P., *Umberto Boccioni 'Dinamismo di un cavallo in corsa + case': un restauro problematico*, in *Bollettino d'Arte*, anno LXXVII, serie VI, n. 76, 1992, pp. 133-142.

CASTELLANO 1993

CASTELLANO M. G., *Problematiche di conservazione e restauro alla Galleria Nazionale d'Arte Moderna*, in *Kermes*, anno VI, n. 18, settembre/dicembre, 1993, pp. 22-28.

SCICOLONE 1993

SCICOLONE G., *Il restauro dei dipinti contemporanei. Dalle tecniche di intervento tradizionali alle metodologie innovative*, Firenze, Nardini, 1993 (seconda edizione 2002).

COPEDE' 1993

COPEDE' M., *Il restauro delle opere cartacee*, Firenze, Quaderni dell'Istituto per l'Arte e il Restauro di Palazzo Spinelli, 1993.

ONESTI 1993

ONESTI A., *Klucel G*, in *CAB NEWSLETTER*, n. 7, luglio-agosto, 1993, pp. 10-13.

MUZII 1993

MUZII R., *Raffaello, Michelangelo e bottega a Capodimonte. I cartoni farnesiani restaurati*, catalogo della mostra, Napoli, Museo e Gallerie Nazionali di Capodimonte, 28 aprile 1993 – 10 ottobre 1993, Napoli, Electa, 1993.

VENTURINI 1993

VENTURINI L., *Modelli fortunati e produzione di serie*, in GREGORI M., PAOLUCCI A., ACIDINI LUCHINAT C. (a cura di), *Maestri e botteghe. Pittura a Firenze alla fine del Quattrocento*, catalogo della mostra, Firenze, Silvana editoriale, 1993, pp. 147-167.

BRANDI 1994

BRANDI C., *Il restauro. Teoria e pratica 1939-1986*, Roma, Editori Riuniti, 1994.

ANGELUCCI 1994

ANGELUCCI S. (a cura di), *Arte contemporanea. Conservazione e restauro*, contributi al Convegno "Colloquio sul restauro dell'arte moderna e contemporanea", Prato, 4-5 novembre 1994, Firenze, Nardini, 1994.

RICHMOND 1994

RICHMOND A. (a cura di), *Modern Works, Modern Problems? Conference Papers*, atti del convegno – Londra 3-5 marzo 1994, Tate Gallery, Londra, Institute of Paper Conservation, 1994.

BONSANTI 1994

BONSANTI G., *Non il restauro dell'arte contemporanea ma il restauro contemporaneo dell'arte*, in *Il Giornale dell'arte*, n. 128, 1994.

ONESTI 1994

ONESTI A., *Diario giapponese. Novembre-dicembre 1994*, in *Iconostasi*, giugno, n. 0, 1994, pp. 28-29.

PAGLIANI 1995

PAGLIANI E., *Considerazioni sul restauro dell'arte antica e dell'arte contemporanea*, in *Kermes*, anno VIII, n. 22, gennaio, 1995, pp. 49-57.

BORRUSO 1995

BORRUSO C., *L'uso dell'amido di grano*, in *CAB NEWSLETTER*, n. 16, gennaio-febbraio, 1995, pp. 4-6.

ČORAK RINESI 1995

CORAK RINESI K., *La preparazione degli adesivi a base di amido di grano*, in *CAB NEWSLETTER*, n. 16, gennaio-febbraio, 1995, pp. 6-9.

MICARA GRANELLI 1995

MICARA GRANELLI L., *Restauro di una carta da parati*, in *CAB NEWSLETTER*, n. unico, luglio-dicembre, 1995, pp. 10-12.

RAJ MEHRA 1995

RAJ MEHRA V., *Una tavola a bassa pressione per foderature a freddo*, in Raj Mehra V., *Foderatura a freddo*, Firenze, Cardini, 1995 (terza edizione 2004).

CABNL 1995

Hyôgu: tecniche di montaggio e procedimenti di conservazione, in *CABNEWSLETTER*, n. unico, luglio-dicembre, 1995.

BOTTI, SCIMIA 1996

BOTTI F., SCIMIA A., *Modalità d'impiego di alcune resine acriliche nel restauro cartaceo*, in *CABNEWSLETTER*, n. 1, gennaio-febbraio, 1996, pp. 2-4.

REGNI, TORDELLA 1996

REGNI M. e TORDELLA P. G. (a cura di), *Conservazione dei materiali librari archivistici e grafici*, vol. I, Torino, Umberto Allemandi & C., 1996.

CORDARO 1996

CORDARO M., *L'attività di conservazione e restauro nei laboratori dell'Istituto Nazionale per la Grafica*, in REGNI, TORDELLA 1996, pp. 47-49.

DE POLO 1996

DE POLO A., *Dal restauro convenzionale a quello digitale*, in REGNI, TORDELLA 1996, pp. 269-271.

CAMMILLI 1996

CAMMILLI D., *Fratelli Alinari: la conservazione della fotografia. Un esempio di tutela*, in REGNI, TORDELLA 1996, pp. 261-267.

LORUSSO 1996

LORUSSO S., *Caratterizzazione, tecnologia e conservazione dei manufatti cartacei*, Roma, Bulzoni Editore, 1996.

MIGLIORINI 1996

MIGLIORINI M., *Il restauro di una serie di papiers peints settecenteschi appartenenti alla collezione Praz*, in *Kermes*, anno IX, n. 26, maggio/agosto, 1996, pp. 7-14.

BONSANTI 1997

BONSANTI G., *Riparare l'arte*, in *OPD restauro - Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 9, 1997, pp. 109-112.

NAPOLI 1997

Civiltà dell'Ottocento a Napoli dai Borbone ai Savoia, catalogo della mostra, Napoli, Electa, 1997.

BRUSA 1997

BRUSA P., *Restauro del cartone preparatorio per l'affresco della cappella Bandini in S. Silvestro al Quirinale (eseguito approssimativamente nel 1623-27 dal Domenichino)*, in *CABNEWSLETTER*, n. 5, settembre-ottobre, 1997, pp. 6-7.

ČORAK RINESI 1997

ČORAK RINESI K., *Don't Let the Visual Experience be Violated!*, in *Book and Paper Conservation Proceedings*, Archivi della Repubblica di Slovenia, 1997, pp. 249-261.

STORACE 1997

STORACE M. S., *Giornata di studio sugli adesivi*, in *CABNEWSLETTER*, n. 3, maggio-giugno, 1997, pp. 2-12.

CARCASIO, FIORANI, ONESTI, PASQUARIELLO 1997

CARCASIO M., FIORANI F., ONESTI A. e PASQUARIELLO G. (a cura di), *I miti figurati. Il restauro-pilota di due cartelli dell'opera dei pupi di tipo catanese*, audiovisivo del restauro, regia di Maria Carcasio, prodotto dall'Assessorato ai Beni Culturali ed Ambientali e alla Pubblica Istruzione della Regione Siciliana, 1997.

BROWN, FOOTE 1998

BROWN W.H., FOOTE C. S., *Chimica organica*, Napoli, EdiSES, seconda edizione, 1998.

REGNI, TORDELLA 1999

REGNI M. e TORDELLA P. G. (a cura di), *Conservazione dei materiali librari archivistici e grafici*, vol. II, Torino, Umberto Allemandi & C., 1999.

SCIOLLA 1999

SCIOLLA G.C., *Il disegno a olio su carta dal secolo XVI all'Ottocento: aspetti, documenti, problemi*, in REGNI, TORDELLA 1999, pp. 201-222.

BORRUSO, ČORAK RINESI 1999

BORRUSO C. e ČORAK RINESI K., *Trattamento dei grandi formati*, in REGNI, TORDELLA 1999, pp. 331-335.

FIORANI, DINOIA 1999

FIORANI F., DINOIA R., *De Nittis incisore*, Roma, Artemide Edizioni, 1999, catalogo della mostra, Roma, Calcografia, 9 dic. 1999-13 feb. 2000.

ANGELUCCI 1999

ANGELUCCI S., *Per una base teorica comune nel restauro di tutti i beni culturali*, in REGNI, TORDELLA 1999, pp. 277-282.

QUATTRINI 1999

QUATTRINI M. V., *Il restauro e la conservazione delle stampe giapponesi*, in REGNI, TORDELLA 1999, pp. 371-382.

BONI 1999

BONI M., *I grandi cartoni preparatori: problemi e metodologie di restauro nei cartoni Barberini*, in REGNI, TORDELLA 1999, pp. 337-340.

FELICI 1999

FELICI R., *Problemi di conservazione e restauro dell'arte contemporanea*, in *Bollettino d'Arte*, anno LXXXIV, serie VI, n. 109-110, luglio-dicembre, 1999, pp. 163-178.

ALLOATTI 1999

ALLOATTI F., *L'imbrunimento delle carte*, in *Biblioteche oggi*, novembre, 1999, pp. 32-36.

EASTLAKE 1999

EASTLAKE C.L., *Pittura a olio, Fonti e materiali per una storia*, Vicenza, 1999.

BAMBACH 1999

BAMBACH C.C., *Drawing and Painting in the Italian Renaissance Workshop*, Cambridge, University Press, 1999.

BELTRAME 2000

BELTRAME R., *Il restauro librario verso l'era moderna*, in *Kermes*, anno XIII, n. 37, gennaio/marzo, 2000, pp. 21-24.

RAVA 2000

RAVA A., *Ricerche e interventi sul restauro dell'arte contemporanea*, in *Kermes*, anno XIII, n. 38, aprile/giugno, 2000, pp. 50-60.

DE BONIS 2000

DE BONIS D., *Restauro dell'arte contemporanea*, in *Kermes*, anno XIII, n. 38, aprile/giugno, 2000, pp. 63-67.

FEDERICI 2000

FEDERICI C., *Qualche chiosa sul restauro cosiddetto "virtuale"*, in *Kermes*, anno XIII, n. 38, aprile/giugno, 2000, pp. 9-10.

GIGANTE 2000

Giacinto Gigante e la scuola di Posillipo, catalogo della mostra, Valletta, Museo Nazionale di Archeologia, 23 nov. 2000 – 20 gen. 2001, Napoli, Electa, 2000.

FROSININI 2000

FROSININI C., *Materiali cartacei e membranacei*, in Acidini Luchinat C. (a cura di), *Grandi restauri a Firenze – L'attività dell'Opificio delle Pietre Dure 1975-2000*, Firenze, edifir edizioni Firenze, 2000, pp. 149-155.

BOLLETTINO ICR 2001a

Studi sull'impiego di gas non tossici nella disinfestazione di manufatti lignei e di materiale cartaceo, in *Bollettino ICR*, nuova serie, n. 2, gennaio/giugno, 2001, pp. 104-110.

BOLLETTINO ICR 2001b

L'intervento di disinfestazione di manufatti cartacei con gas non tossici per l'Archivio di Stato di Massa, in *Bollettino ICR*, nuova serie, n. 2, gennaio/giugno, pp. 111-114.

TERRAE MOTUS 2001

Terrae Motus. La collezione Amelio alla reggia di Caserta, Ginevra-Milano, Skira, 2001.

PIRANI 2001

PIRANI F., *Per mettere nero su bianco*, in *Medioevo*, anno 5, n. 3(50), marzo, 2001, pp. 74-79.

BIASI 2001

BIASI V. (a cura di), *Accordi di luce Oriente d'Occidente*, catalogo della mostra, Museo Nazionale d'Arte Orientale, Roma, Iasillo Grafica, 2001.

BOTTI, SCIMIA 2001

BOTTI F., SCIMIA A., *Consolidamento in mezzo non acquoso*, in *CABNEWSLETTER*, n. 5, settembre-ottobre, 2001, pp. 7-8.

OTTANI CAVINA 2001

OTTANI CAVINA A. (a cura di), *Un paese incantato*, catalogo della mostra, Parigi, Galeries nationales du Grand Palais, 3 aprile-9 luglio 2001 – Mantova, Palazzo Te, 3 settembre - 9 dicembre 2001, Milano, Electa, 2001.

PICONE PETRUSA 2002

PICONE PETRUSA M. (a cura di), *Dal vero. Il paesaggismo napoletano da Gigante a De Nittis*, catalogo della mostra, Torino, Palazzo Cavour, 12 aprile – 21 luglio 2002, Torino, Umberto Allemandi & C., 2002.

MARTORELLI 2002

MARTORELLI Luisa, *Gonzalvo Carelli e alcune considerazioni sulla tecnica delle carte "intelate"*, in *Vedute napoletane dell'Ottocento*, Quaderni di S. Martino, Napoli, Electa, 2002, pp. 15-30.

FALLETTI, NELSON 2002

FALLETTI F., NELSON J.K., "Venere e Amore". *Michelangelo e la nuova bellezza ideale*, catalogo della mostra, Galleria dell'Accademia, 26 giugno-3 novembre 2002, Firenze, Giunti, 2002.

ALLODI 2002a

ALLODI E., *Un libro prima e dopo*, in *Wuz. La rivista del collezionista di libri*, anno I, n. 2, marzo, 2002, pp. 62-64.

ALLODI 2002b

ALLODI E., *Bicicletta in restauro*, in *Wuz. La rivista del collezionista di libri*, anno I, n. 10, dicembre, 2002, pp. 49-51.

CAPPITELLI 2002

CAPPITELLI F., *I leganti nella pittura del XX secolo. Storia e indagini diagnostiche*, in *Kermes*, anno XV, trimestrale, n. 47, luglio-settembre, 2002, pp. 35-40.

CIATTI 2002

CIATTI M., *Il laboratorio di restauro dei dipinti dell'OPD. Una storia lunga settant'anni*, in *Kermes*, anno XV, trimestrale, n. 48, ottobre-dicembre, 2002, pp. 19-28.

BELLUCCI, CIATTI, FROSININI, PARRI, SOSTEGNI 2002

BELLUCCI R., CIATTI M., FROSININI C., PARRI M., SOSTEGNI L., *La Fondazione 'Primo Conti': da un cantiere della scuola alle misure di conservazione preventiva. Il restauro dell'arte contemporanea*, in *OPD restauro - Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 14, 2002, pp. 56-72.

BRUNETTI, MASSI, MATTEINI, PORCINAI, SANDU, SGAMELLOTTI 2002

BRUNETTI B.G., MASSI M., MATTEINI M., PORCINAI S., SANDU I.C.A., SGAMELLOTTI A., *Il network labs tech e l'inchiesta sui materiali e metodi per la conservazione in Europa*, in *OPD restauro - Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 14, 2002, pp. 121-133.

CASTELLI, GIGLI, LALLI, LANTERNA, WEISS, SPERANZA 2002

CASTELLI C., GIGLI M.C., LALLI C., LANTERNA G., WEISS C., SPERANZA L., *Un composto organico sintetico per il consolidamento del legno. Sperimentazione*,

misure e prime applicazioni, in *OPD restauro - Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 14, 2002, pp. 144-152.

ARCARI 2003

ARCARI G. (a cura di), *Andrea Mantenga e cinque valenti incisori mantovani nella Fondazione D'Arco*, catalogo della mostra, Pinacoteca comunale – Quistello, 20 dic. 2003 – 16 febb. 2004, Mantova, Gianluigi Arcari Editore, 2003.

SCICOLONE 2003

SCICOLONE G., *Il restauro "contemporaneo" dei dipinti su supporto celluloso tessile*, in *Kermes*, anno XVI, trimestrale, n. 50, aprile-giugno, 2003, pp. 34-39.

FROSININI, MONTALBANO, PICCOLO 2003

FROSININI C., MONTALBANO L., PICCOLO M., *'Venere e Amore': un Michelangelo recuperato?*, in *OPD restauro - Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 15, 2003, pp. 136-144.

POLYMER TESTING 2003

COCCA M., D'ARIENZO L., D'ORAZIO L., GENTILE G., MARTUSCELLI E., *Polyacrylates for conservation: chemico-physical properties and durability of different commercial products*, in *Polymer Testing*, XX, 2003, pp. 1-10.

BANIK, CREMONESI, DE LA CHAPELLE, MONTALBANO 2003

BANIK G., CREMONESI P., DE LA CHAPELLE A., MONTALBANO L., *Nuove metodologie nel restauro del materiale cartaceo*, Padova, Il prato, Collana i Talenti, 2003.

LACUNA 2004

Lacuna – Riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle Pietre Dure, atti del Convegno, Ferrara, 7 aprile 2002 e 5 aprile 2003, Firenze, edifir edizioni Firenze, 2004.

FROSININI 2004

FROSININI C., *La lacuna nel progetto di restauro oggi*, in *LACUNA 2004*, pp. 27-31.

CIATTI, DANTI, FROSININI 2004

CIATTI M., DANTI C., FROSININI C., *Superfici pittoriche: pitture murali, dipinti su tela e tavola, materiali cartacei*, in *LACUNA 2004*, pp. 33-49.

PICCOLO, MONTALBANO, CALZA, COCCOLINI, PUCCI 2004

PICCOLO M., MONTALBANO L., CALZA S., COCCOLINI G., PUCCI D., *La lacuna nelle opere su carta. Il corpus di disegni di Francesco Hayez*, in *LACUNA 2004*, pp. 161-166.

COCCOLINI, RIGACCI 2004

COCCOLINI G., RIGACCI C., *Il 'Codice Piccolo' di Padre Sebastiano Resta. Tecniche e tematiche nella conservazione di opere d'arte legate al collezionismo*, in

OPD restauro - *Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 16, 2004, pp. 53-68.

RIGACCI 2004

RIGACCI C., *I dipinti su carta: tecnica artistica o improvvisazione*, in OPD restauro - *Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 16, 2004, pp. 250-260.

MONTALBANO, PICCOLO 2004

MONTALBANO L., PICCOLO M., *Un cantiere su opere grafiche di grande formato. Lo smontaggio e la sistemazione di sette cartoni preparatori del XIX secolo dell'Accademia Carrara di Bergamo*, in OPD restauro - *Rivista dell'Opificio delle Pietre Dure e Laboratori di Restauro di Firenze*, n. 16, 2004, pp. 150-156.

RESTAURO ONLINE 2004

Segni - *La memoria salvata: la carta e il suo restauro*, in [www.infoteam.it/la memoria salvata/carta](http://www.infoteam.it/la-memoria-salvata/carta), 2004.

PEDEMONTE, PRINCI, VICINI 2005

PEDEMONTE E., PRINCI E., VICINI S., *Storia della produzione della carta*, in *La Chimica e l'Industria*, anno 87, n. 8, ottobre, 2005, pp. 62-69.

RESTAURO ONLINE 2005

Tecniche di pittura su carta, in www.restauronline.com, 2005.

PAOLINI, FALDI 2005

PAOLINI C., FALDI M., *Glossario delle tecniche artistiche e del restauro*, Firenze, Edizioni Palazzo Spinelli, 2005.

BORGIOLI, CREMONESI 2005

BORGIOLI L., CREMONESI P., *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*, Padova, Il Prato, collana i Talenti, 2005.

MARTUSCELLI 2006

MARTUSCELLI E., *Degradazione delle fibre naturali e dei tessuti antichi*, Istituto per l'Arte e il Restauro Palazzo Spinelli (a cura di), Firenze, Paideia, 2006.

MARTUSCELLI, TOLVE, FERRARA 2006

MARTUSCELLI E., TOLVE F., FERRARA S., *Analyses of research projects on conservation of paper artefacts of historical, cultural and artistic value financed under EU Programmes*, SMED, 2006 (pubblicato anche sul sito web: <http://www.dai3cnr.net>).