L'ATTENZIONE ALLE SUPERFICI PITTORICHE

Materiali e Metodi per il Consolidamento e Metodi Scientifici per Valutarne l'efficacia

atti del congresso Milano, 10-11 novembre 2006

a cura del CESMAR7

Terzo congresso internazionale

COLORE E CONSERVAZIONE
materiali e metodi nel restauro
delle opere policrome mobili



Fenomeni di deterioramento su dipinti su tela: come costruire un approccio più meditato nei problemi di consolidamento

Mattee Rossi Doria

La mia presentazione è divisa in tre parti ed è prevalentemente dedicata ai dipinti su tela anche se molte considerazioni possono essere facilmente adattate ad altri materiali e problematiche di consolidamento. La prima traccerà, o proverà a farlo, gli elementi principali della riflessione e delle discussioni interne al Cesmar7 in vista di questo congresso e descriverà un minimo inquadramento "storico", gli obiettivi e il progetto scientifico nei suoi tratti generali. La seconda parte sarà dedicata a quello che amo definire un "piecolo viaggio" nelle sorprendenti dimensioni delle sezioni di un dipinto su tela alla ricerca di una capacità di migliore osservazione della struttura, dell'architettura della materia nei suoi tratti comuni, in quelli sempre presenti: la porosità e la stratificazione.

La terza parte sarà dedicata alle problematiche di consolidamento. Si cercherà, nello spazio limitato a disposizione, di illustrare l'eterogeneità e diversità delle situazioni che quotidianamente affrontiamo cercando di stimolare una riflessione sulla necessità di trovare equilibri soddisfacenti, rispettosi, compatibili, reperibili e soprattutto efficaci.

Voglio cominciare riprendendo il filo di un ragionamento fatto a Thiene nel congresso del 2004 sul Minimo Intervento. Si parlava di linea del degrado e della vita, nel senso di tempo, di un'opera d'arte. Prima o poi, fra dieci anni, cento o mille, lungo questa linea un restauratore sarà chiamato a risolvere, o a cercare di farlo, un semplice ma complesso problema. Come e con quale materiale fermare i fenomeni di impoverimento e decoesione che interessano non solo i dipinti su tela ma tutti i materiali e i manufatti? Interrogativi sui quali si è attivata all'interno del Cesmar7 una riflessione collettiva, non solo in vista di questo congresso. Ricordo il pomeriggio di discussione, fra tanti colleghi, all'Open Studio di Drò, dopo aver visionato un dipinto di grande formato, su cui si era ipotizzato e successivamente realizzato, un intervento volto al minimo intervento possibile. Di fronte alle immagini di un forte impoverimento della materia pittorica, con manifestazioni di vario genere, ognuno di noi ha immaginato qualcosa, una soluzione, un materiale, una procedura con la quale risolvere, in maniera graduale e rispettosa, i gravi problemi presenti. Ricordo l'inquietudine di Vishwa Mehra, la sua difficoltà a tracciare un bilancio della riflessione perché conscio della fragilità del nostro sistema di valutazione. Anche se in maniera contraddittoria e contorta sono emerse tutte le valutazioni, la cultura e la formazione dei restauratori presenti. Quel pomeriggio, e in seguito, abbiamo capito che era giunto il momento, in sede italiana, di cominciare ad affrontare questa problematica così come avevamo fatto a Piazzola sulla pulitura, nel primo congresso Colore e Conservazione nel 2002.

È molto importante, a mio avviso, avere la capacità di contestualizzarsi storicamente, descrivere schematicamente i tratti che hanno fortemente influenzato il nostro operare in questo ultimo tempo.

Gli ultimi trent'anni pieni di studi, ricerche, nuovi materiali e continua ricerca di un approccio, di soluzioni che sappiano dare la maggiore quantità di garanzie possibili.
Essi sono:

- Prima, durante e dopo il congresso di Greenwich del 1974 si è assistito allo sviluppo di metodologie alternative a quelle tradizionali, colle organiche e misture di cero-resine.
- Avvento di nuovi materiali da utilizzare in tutte le operatività (consolidamento, pulitura, vernici e protettivi, foderatura, colori)

- Utilizzo di indagini scientifiche e diagnostiche volte a conoscere i segreti della materia d'arte
- Coscienza della invasività del restauro e affermazione delle pratiche di minimo intervento
- Lavoro di un gruppo di ricercatori, molti dei quali presenti a questo congresso, volto a chiarire le dinamiche chimico-fisiche e meccaniche della struttura della materia pittorica e le procedure di verifica delle performances di nuovi e vecchi materiali
- Ricerca e ottimizzazione nelle fasi di pulitura delle superfici policrome

Un lungo, ma anche breve, periodo, ricco di grandi stimoli nel quale i restauratori hanno faticato a trovare una propria collocazione e hanno elaborato linguaggi, modalità operative, interpretazione dei fenomeni e aspettative diverse.

La nostra attuale realtà è il risultato di migliaia di percorsi individuali o semi collettivi segnati e condizionati dalla specifica cultura storica e metodologica da cui, ognuno di noi, nel bene o nel male, proviene.

Il mondo della conservazione si è confrontato su tanti aspetti controversi, su diverse tipologie di materiali, ma, finora, non ha affrontato, in maniera sistematica, quelli legati alle fasi di consolidamento, quell'atto, irrinunciabile, volto a contrastare il degrado nelle sue infinite forme e modalità.

Proprio nella latente coscienza dell'irreversibilità del nostro operare nelle fasi di consolidamento risiede la ragione profonda per la quale, fino ad oggi, nessuno, o quasi, come Gustav Berger, si è sbilanciato a proporre una soluzione, un metodo che potesse soddisfare tutte le istanze presenti. E fra queste ricordo quelle della praticità, dell'adattamento alla propria condizione operativa e alle risorse disponibili. L'elemento irreversibilità è facilmente osservabile ogni giorno quando trattiamo dipinti che hanno subito almeno un intervento precedente. Da questo punto di vista, da quello cioè dello studio sul comportamento di strutture materiche modificate dalla prassi del restauro, non c'è nulla o quasi. Questa evidente constatazione dimostra quanto cammino è necessario percorrere per comprendere, fino in fondo, il giusto approccio. Parliamo di dipinti che hanno subito impregnazioni profonde di diversi materiali, fra tutti colle animali, misture di oli, resine e impiastri vari, cero-resine, consolidanti ed adesivi sintetici. Nelle collezioni italiane, pubbliche e private e sul territorio, gran parte dei dipinti fra la fine del '400 fino all'800 hanno subito almeno un intervento di carattere strutturale, alcuni dei quali pesantissimi. Dobbiamo definitivamente prendere coscienza di questa realtà e considerare l'opera, dal punto di vista tecnico, come un prodotto caratterizzato da una struttura diversa da quella esecutiva originale.

Ma è anche essenziale approcciare l'opera tenendo conto delle eterogeneità della sua struttura, che cambia e si modifica in ogni millimetro. Per questi motivi è necessario cominciare ad abituarci a guardarla in modo diverso. Osservare la terza dimensione, quella della sezione; guardare la materia nella fantastica dimensione dei micron, dei millesimi di millimetro.

In questa dimensione avvengono, come avremo modo di comprendere nelle presentazioni successive, fenomeni molto complessi. Abbiamo tutti bisogno di comprendere quale approccio sia quello più adatto a consentire il minimo impatto, la massima reversibilità possibile, la soluzione che meno modifica la struttura originaria e, nello stesso tempo, dia le maggiori garanzie alle specifiche esigenze di contrasto alle infinite varianti indotte dai fenomeni di degrado.

Schematicamente riassumo i temi del dibattito interno al Cesmar7 nella definizione degli obiettivi di questo congresso.

-Fornire informazioni chiare e corrette.

Siamo abbastanza orgogliosi di essere riusciti a coinvolgere alcuni dei protagonisti fondamentali di questa vicenda, fra gli unici, oggi, ad aiutarci a capire e a rispondere, in maniera adeguata, alle nostre domande. Le relazioni sono il frutto di anni di ricerca, studio e verifica sperimentale ed è fondamentale, per noi restauratori, comprendere e interiorizzare le informazioni che riceveremo.

 Orientare e riflettere su come studiare questi problemi. Non mi è possibile, per motivi di tempo, descrivere e riassumere i tanti modi diversi in cui, nel Cesmar?, nei forum del sito, nelle discussioni collegiali e negli incontri personali, ci siamo interrogati sulle modalità più idonee per organizzare un doppio congresso dedicato al consolidamento. Il percorso che ognuno di noi ha svolto, condizionato dalle convinzioni personali, dalla cultura di provenienza, ha trovato un punto di incontro nella necessità di intraprendere una modalità caratterizzata da maggiore collegialità, coordinamento, condivisione, alla ricerca di un sistema di riferimento approvato da tutti.

 Costruire un progetto generale di ricerca, articolato in sotto-progetti e percorsi di studio e verifica, coordinato e condiviso.

L'ambizioso obiettivo trae origine dalla constatazione che è attualmente impossibile trovare sistemi di valutazione condivisi ed obiettivi. Le discussioni più lunghe all'interno del Cesmar7 si sono articolate sulla natura e sugli obiettivi dei specifici test di
valutazione. Il problema della determinazione del "sistema campione", dell'individuazione dei mezzi tecnologici più adatti e più facilmente disponibili a valutare, misurare, comparare un numero molto alto di dati, la difficoltà a stabilire criteri di valutazione omogenei sui quali applicare modelli statistici o di analisi matematica, sono
solo alcuni degli elementi presi in esame.

- Indicare una meta nella quale analizzare una prima sistematica campagna di indagine: Colore e Conservazione 2008
 - Senza indicare con chiarezza un ambito, una scadenza chiara al quale guardare per analizzare i termini del problema consolidamento si rischia di disperdere le energie attivate per organizzare questo congresso. Ci auguriamo che il lavoro svolto possa rappresentare un serio biglietto da visita con il quale stimolare enti di ricerca e singoli operatori. Questo obiettivo si confronta necessariamente con l'esigenza di dotarsi di risorse, mezzi e persone qualificate in grado di affrontare segmenti di verifica scientifica. Senza dubbio un ruolo fondamentale può essere svolto dalle istituzioni e dalle scuole di alta formazione. Tesi di laurea o diploma, borse di studio per ricercatori possono rappresentare, se supervisionati in maniera adeguata, un primo passo in questa direzione. Altre possibilità possono provenire da una maggiore capacità di proporsi come partners in progetti di ricerca avanzata a livello europeo ed internazionale.
- Suggerire la necessità di razionalizzare l'uso di vecchi e nuovi materiali atti a svolgere un ruolo positivo in termini di consolidamento e stimolare l'uso di sostanze che diano maggiori garanzie.
 - Viviamo in un paese caratterizzato da una incredibile babele di soluzioni, metodi e mentalità scientifiche e culturali. È sorprendente verificare, nella prassi della quotidianità, quanto il sistema di interpretazione dei fenomeni e la valutazione sul cosa fare varia a seconda del singolo operatore.

Per fare chiarezza è forse necessario, in Italia, partire da una rinnovata analisi dei materiali tradizionali, perchè le colle animali e vegetali hanno capacità uniche, non sono comparabili con niente altro. Basta guardare ai fondi blu delle miniature medievali o ai dipinti su seta giapponesi per capire che un uso oculato e mirato di queste sostanze ha garantito una freschezza sorprendente, da secoli, da millenni.

La storia del restauro recente ci indica che la nostra comunità, periodicamente, elegge un materiale come quello più adatto. Le colle animali, per le loro straordinarie caratteristiche, sono ampiamente utilizzate da sempre È successo con tanti materiali su tutte le tipologie di superfici. Nel trattamento dei dipinti con il Paraloid, con le tesine chetoniche e poliviniliche, con gli acrilici quali il Plexisol con il Beva e oggi guardiamo, con una certa simpatia a nuovi materiali di cui sentiremo molto parlare, Aquazol e Ciclocodecano fra tutti. Altrettanto è avvenuto nel restauro di altre tipologie di materiali. Sarebbe opportuno che i criteri di valutazione fossero più omogenei e obiettivi e risulterebbe chiaro che tutti questi materiali, vecchi e nuovi, possono, intanto, essere utilizzati in misura graduale e mirata, soprattutto orientati agli specifici problemi conservativi da risolvere.

Marrieo Rossi Donia

Il programma scientifico

Anche sulle modalità di organizzazione del programma, di interazione fra le diverse presentazioni, abbiamo fatto un lavoro di coordinamento cercando di coprire il maggior numero di dati disponibili, valorizzando gli specifici ambiti di ricerca, senza proporre sovrapposizioni e ripetizioni. I nostri ospiti hanno accolto con grande disponibilità questo nostro intento e hanno lavorato a relazioni specifiche preparate appositamente per questo congresso. Il programma quindi ha un preciso filo logico.

Abbiamo chiesto a Stefan Michalski di dare inizio alla parte scientifica introducendo subito elementi fondamentali relativi alla fisica delle strutture porose e il loro rapporto con le leggi di capillarità in funzione delle fasi di consolidamento. Sentiremo
parlare di capillarità, di tensioni superficiali ed interfacciali, di diffusione, di viscosità e concentrazione relazionandoci a misure molto piccole, quali quelle di una sezione di un dipinto. Michalski ci aiuterà a capire questo sistema di riferimento e lo farà
interagire con le grandezze molecolari dei vari consolidanti utilizzati. Conoscendo
l'attenzione che Stefan ha avuto per le problematiche fisico-ottiche gli abbiamo chiesto di fornire alcuni elementi base nella comprensione dei fenomeni di cambiamento di stato e di modificazione degli indici di rifrazione.

Chiunque abbia analizzato un dipinto sa bene che i fenomeni di deterioramento sono profondamente correlati alle variazioni ambientali. Nonostante tutti siamo coscienti di questa evidenza siamo ancora capaci di sviluppare tante teorie diverse e una capacità di interpretare i fenomeni disomogenea. Evidentemente non abbiamo le idee chiare. Marion Mecklenburg dedica al rapporto fra manufatto e ambiente le sue ricerche da venti anni e le sue verifiche sperimentali sono ampiamente condivise da tutta la comunità scientifica. Analizzerà sistematicamente il comportamento dei singoli materiali in funzione delle variazioni di temperatura e umidità relativa evidenziando le condizioni nelle quali si originano i fattori di deterioramento. La sua presentazione fornirà anche valutazioni sul comportamento di strutture e materiali trattati.

L'interazione costante fra materiali caratterizzati da porosità diverse in funzione delle condizioni ambientali innesca le dinamiche del degrado.

Esse sono molto complesse e abbiamo chiesto ad Alain Roche di darci un quadro di interpretazione che facesse relazionare dinamiche meccaniche con quelle chimiche e fisiche. Roche ci fornirà chiavi di lettura dei principi di adesione e dei fenomeni di decoesione chiare e condivise. Proprio la sua conoscenza approfondita di questi temi gli consente di trasmettere valutazioni e analisi delle operatività di consolidamento in funzione dell'etereogeneità delle casistiche del degrado.

Per affrontare queste problematiche è anche necessario dotarsi di campioni rappresentativi sui quali verificare, testare, in tanti modi diversi, le prestazioni dei materiali originali e di quelli successivamente immessi. Quali campioni, quali prove, quali materiali analizzare? Christina Young ci fornirà informazioni essenziali a guidare i percorsi di ricerca mettendo in risalto quali debbano essere le regole generali e specifiche da adottare e ci introdurrà ai criteri di valutazione di supporti, adesivi e consolidanti in funzione delle specifiche capacità di analisi fornita dalla strumentazione

A questo tipo di stimolo farà eco la sezione dedicata agli strumenti di verifica; diagnosi scientifica e modalità di misura, di analisi, ricercando linguaggi comuni. In esso
si avrà la percezione di quanto ancora si possa fare e studiare e la sensazione che
abbiamo avuto è di essere solo all'inizio di un percorso stracolmo di potenzialità,
forse troppe, fra cui sarà difficile stabilire le priorità. Per orientare il congresso anche
ad aspetti pratici applicativi abbiamo deciso di inserire due presentazioni che affrontano problematiche diverse. La prima affronterà principalmente osservazioni sulla
diffusione di diversi consolidanti in strutture porose determinate mentre la seconda
avrà un carattere comparativo fra diversi consolidanti estendendo le sperimentazioni al ciclododecano. Esse hanno come obiettivo quello di dimostrare che anche senza strumentazioni particolarmente complesse sia possibile osservare fenomeni e comportamenti molto interessanti. In questa sezione Hans Michael Hangleiter e Leonie
Saltzmann approfondiranno le caratteristiche e le modalità nell'uso del ciclododeca-

no, un materiale in grado di risolvere molte problematiche operative, su tutte l'essere molto utile nelle fasi di pronto intervento. Il fattore consolidamento sarà affrontato anche in misura strettamente chimica da Richard Wolbers a cui è stato richiesto di operare una valutazione del rapporto fra materiale consolidante e i solventi
che come vedremo hanno un ruolo fondamentale. Wolbers ci fornirà elementi fortemente innovativi, in grado di stravolgere la nostra realtà operativa, proponendo
una classe di materiali, primo fra tutti l'Aquazol, in grado di soddisfare molte esigenze richieste.

L'eterogeneità dei temi e dei problemi proposti nella sezione poster è il segno della nostra realtà, rappresentano la ricchezza dei percorsi personali e collettivi, propongono una forte potenzialità da indirizzare ad un progetto condiviso. L'idea di far seguire a questo congresso un secondo, nel 2008, ancora dedicato a questi temi, può anche date occasione alle persone di rivedere i propri percorsi e di inserirsi, positivamente, in una ricerca coordinata e condivisa. Questi ultimi aspetti, quelli relativi alla necessità di una sorta di "protocollo di intesa" saranno al centro del dibattito della tavola rotonda finale a cui parteciperanno altre personalità che da lungo tempo ci sono vicino e arricchiscono il nostro cammino: Marco Ciatti, Erasmus Weddigen e il nostro maestro ed amico Vishwa Mehra con Giorgio Bonsanti come moderatore.

Sicuramente abbiamo commesso degli errori ma siamo stati i primi ad organizzare un congresso su questo spinoso argomento, sul consolidamento, sulla parte del restauro dove siamo noi restauratori i primi a non dire sempre la verità e a non saper rivedere, criticamente, quello che abbiamo fatto in passato. Ognuno di noi sa bene, in fondo, che essere certi di fare la cosa giusta non serve, e che la storia del restauro è stracolma di episodi tragici connessi alle fasi di consolidamento, dipinti snaturati, fortemente danneggiati o che manifestano problemi dopo poco tempo. Se vogliamo essere utili dobbiamo, noi per primi, riconoscere che non sempre tutto va bene, splendido, da pubblicare; dobbiamo sapere costruire un modello diverso al centro del quale si colloca un dialogo costante fra operatore e ricercatore, un avvicinamento, un pezzo per uno.

Casistiche e problemi

Ho pensato tante volte a come trovare uno schema credibile e attendibile di descrizione dei fenomeni di degrado che possono interessare superfici pittoriche su supporti di tela. Per prepararmi a questo congresso ho rivisto altre pubblicazioni, dispense di corsi vari che cercavano di fornire elementi di identificazione ma, sinceramente, nessuna mi è parsa spendibile. Le descrizioni fornite da Alain Roche nel suo lavoro sono le uniche che possono rappresentare un punto di partenza proprio perché supportate da una conoscenza profonda della reologia dei materiali.

Ma quello che propongo è una lettura più libera, incentrata soprattutto sulle caratteristiche delle porosità e delle modalità di ancoraggio, di presa. Materiali incredibilmente diversi fra loro, la tela, gli appretti, la preparazione nelle sue varianti di composizioni, il film pittorico, si sovrappongono in un'infinità di soluzioni non sempre
stabili e ben calibrate. Gli unici elementi comuni sono la stratificazione, l'essere sopramessi gli uni sugli altri e l'essere, sempre, tanto o poco, strutture porose. L'obiettivo quindi di questa parte della mia presentazione è indirizzato a descrivere l'eterogeneità delle situazioni sottolineando quanto sia importante osservare bene i fenomeni al fine di ipotizzare le soluzioni più adatte

Stratificazione e porosità. Un viaggio nella sezione

Come abbiamo visto in questi ultimi decenni la nostra capacità di incrociare dati documentali a indagini scientifiche, relativi alle tecniche di esecuzione, è accresciuta enormemente. Sappiamo bene che qualsiasi dipinto propone una scansione della fase esecutiva nella scelta dei materiali e delle modalità di applicazione. Il supporto, gli strati preparatori, il film pittorico, scelti e trattati in infiniti modi diversi. Se guardiamo alla dimensione proposta dalla sezione di un dipinto, la terza dimensione, incredibilmen-

te più piccola delle altre, ci rendiamo conto che la nostra percezione visiva non è più sufficiente, abbiamo bisogno di ingrandire quella dimensione e capire come è fatta.

Descrizione delle immagini SEM

La microscopia a scansione elettronica SEM e le funzioni EDS sono in grado di fornirci elementi molto interessanti per valutare la morfologia della porosità della materia evidenziando il fattore stratificazione e identificazione dei materiali presenti. I casi proposti dalle immagini hanno la funzione di evidenziare la diversità, in termini di porosità, di alcune opere osservate al SEM-EDS.

Grazie alla collaborazione del CNR-IBAM di Lecce è stato possibile osservare alcune sezioni provenienti da alcuni dipinti mai trattati precedentemente e quindi "non profondamente inquinati".

Sono state confrontate tre strutture diverse:

- campione di dipinto della metà del XVII colore bruno-scuro spessore complessivo mm.1.2;
- campione di dipinto della metà del XVIII colore bruno-rosso spessore complessivo mm. 0,8;
- campione di dipinto della metà del XIX bianco di zinco colore ocra-bianco spessore complessivo mm. 1,5.

Osservazioni del campione 1 (Fig. 1,2,3)

L'analisi di questo campione si è indirizzata ad indagare l'architettura della preparazione o degli strati preparatori più che ad osservare le caratteristiche delle delaminazioni e distacchi fra supporto e strati diffuse su tutta la superficie. Ingrandimenti sempre più "spinti" hanno favorito l'osservazione della struttura degli strati preparatori, la modalità o casualità con cui si è costruita la materia. Più allarghiamo la nostra percezione, più ingrandiamo e maggiore è la sensazione che gli spazi vuoti siano, se non prevalenti, almeno la metà di quelli pieni. Possiamo misurarlo questo rapporto? Certamente lo possiamo fare ma solo come elemento di orientamento. Certamente non è sufficiente ma ci serve molto capire se i pori, o meglio gli spazi vuoti, sono piccoli o grandi, misurano cioè, per capire e abituarci, 20 o 2 micron. Sono differenze minime, in relazione al nostro sistema di percezione, ma sono estremamente importanti in termini di caratteristiche della porosità, della reattività al contatto con sostanze consolidanti, qualsiasi esse siano.

Osservazioni del campione 2 (Fig. 4,5,6)

Questo campione, molto più sottile del precedente, ha favorito una lettura delle delaminazioni e rotture fra gli strati. Le misure di porosità dello strato preparatorio sono
simili alle precedenti, anche se si riscontra una maggiore disomogeneità nella distribuzione delle cariche, e produrre una media risulta certamente più problematico.
L'osservazione delle delaminazioni fra i diversi strati supporto-preparazione-colore
ci aiuta a percepire le necessità in termini di consolidamento. È evidente infatti la
coesistenza di elementi di rottura di diversa entità; perdita di adesione degli strati e
disgregazione della struttura della preparazione. In termini di microporosità due
misure molto distanti; la prima nell'ordine delle decine e centinaia di micron, l'altra
dei pochi micron.

Osservazioni del campione 3 (Fig. 7,8)

Struttura di un dipinto con strati preparatori a base di bianco di zinco, una tecnica molto diffusa per un arco di tempo molto ampio. Le dinamiche di degrado di strutture preparatorie a base di bianco di piombo, zinco e titanio sono ampiamente studiate ma è incredibile verificare, nella pratica quotidiana, quanto diverse possono essere le tipologie di rotture e fenomeni di degrado. Il campione presenta un deciso spessore degli strati preparatori e si osserva bene la stratificazione delle stesure. Interessante verificare, in termini di spessore, la grande differenza fra quello della preparazione e quello del film pittorico. In termini di porosità il campione offre una

lettura molto diversa dalle precedenti. Essa appare omogenea sia per dimensioni dei pori (2-4 micron) che per distribuzione. I fenomeni di rottura si osservano esclusivamente all'interno degli strati preparatori e all'interfaccia supporto-preparazione.

Risalendo gli strati: osservazione dei problemi di consolidamento

Seguendo la stratificazione canonica supporto-preparazione-colore possiamo facilmente osservare che lo strato portante, il supporto, è caratterizzato, quasi sempre, da una accentuata porosità e igroscopicità. Essa varia in funzione della natura del filato, del numero e disposizione dei filamenti, della torsione e della densità e natura della tessitura. Già in fase esecutiva il supporto viene coinvolto, in maniera differenziata, dalle stesure di appretti, preparazione e film pittorico e se osserviamo l'interfaccia fra supporto e strati preparatori capiamo bene l'importanza di fattori prevalentemente meccanici indotti dalle diverse tipologie di presa ed ancoraggio (Fig 9). Esse hanno una importanza fondamentale perché caratterizzano la superficie e garantiscono maggiore o minore coesione. Spessore, stratificazione, densità o viscosità degli appretti e delle miscele preparatorie, come abbiamo visto nelle immagini SEM, sono gli elementi su cui si sono diversificate le tecniche esecutive nel corso del tempo e dei luoghi. A questi fattori vanno sommati quelli derivanti dall'incuria e dall'abbandono e dai fenomeni di deterioramento che si traducono nei fenomeni di depolimerizzazione della cellulosa e di fatica meccanica del supporto o di porzioni di esso.

La storia del restauro è ricca di episodi di reattività del supporto a soluzioni consolidanti a base acquosa e di ceroresina; esse hanno dato origine a destabilizzazioni profonde della struttura e/o mummificazione e eccessiva rigidità.

Fino ad ora non ci è stato possibile trattare la stratificazione che caratterizza un dipinto su tela in maniera differenziata; qualsiasi prodotto immesso ha, più o meno, "coinvolto" tutti i materiali costitutivi presenti. Per quanto riguarda il supporto esso appare come quello che si espone maggiormente ad un cambiamento di stato drastico, perdendo moltissime delle sue caratteristiche originali in seguito a impregnazioni, o applicazioni localizzate, di sostanze con funzione consolidante. E se guardiamo da vicino sono sicuro ci renderemo conto che usiamo quantitativi eccessivi, che non riescono più a penetrare nella struttura del filato producendo saturazione e accumulo del materiale consolidante. Si assiste quindi ad una variazione consistente della reattività e del comportamento. Sarebbe bello poter trattare il supporto con materiali adatti, avendo cura di esatte misurazioni del grado di depolimerizzazione della cellulosa, del suo pH, come indicato da molti studi. Raramente questo è possibile in termini applicativi ma questa attenzione ai problemi della condizione dei supporti merita di essere ulteriormente approfondita. Molti materiali possono essere forse spesi in tal senso. Penso soprattutto agli appretti, di cui è disponibile una gamma molto vasta, ampiamente utilizzata nell'industria per tutti i tipi di tessuti. L'Aquazol, alcune colle animali, quali quella di storione, magari addensate con CMC o amidi, possono rappresentare una ottima soluzione ma nella prassi si sono quindi utilizzati maggiormente materiali orientati a risolvere i problemi di perdita di adesione fra gli strati pittorici che a porsi in maniera rispettosa verso il supporto.

Le interazioni fra supporto e strati preparatori sono positive finche non si crea una rottura sulle cui cause e dinamiche Alain Roche e Marion Mecklenburg daranno una lettura approfondita. La rottura del film pittorico non si traduce sempre in un problema di consolidamento ma ne anticipa la presenza (Fig. 10). È rappresentativo della fatica meccanica nel continuo adattamento alle variazioni ambientali e, con il tempo, andrà sempre più ad amplificarsi originando quei fenomeni che genericamente chiamiamo crettatura oltre a evidenti problemi di planarietà e riflettanza.

L'interazione continua fra il supporto e gli strati a più stretto contatto provoca stress di diversa entità. Le linee di rottura hanno la capacità di indebolire il supporto fino al cedimento dello stesso.

Dal punto di vista statistico il restauratore deve affrontare, molte volte, problemi di delaminazione e distacco all'interfaccia supporto-materia pittorica. Oltre alle cose già descritte una grande importanza risiede nel comportamento degli appretti, in prevalenza colle animali (Fig.11,12). Non è un caso che Mecklenburg ha dedicato alla reattività di questi strati sottilissimi molte delle sue ricerche. Il comportamento di questo primo strato di materia applicata al supporto è fortemente influenzato da valori igrometrici alti dove le gelatine animali perdono molta della loro capacità aderente e le forze di coesione cedono drasticamente.

Come abbiamo visto dalle immagini al SEM la parte che maggiormente caratterizza la struttura di un dipinto è la preparazione di cui abbiamo osservato l'architettura reticolata, quasi spugnosa, spesso disomogenea. È difficile nella realtà distinguere in modo netto i diversi strati e molto spesso il prodotto-preparazione è un insieme di stratificazioni di appretti e stesure di una miscela riempitiva composta da carbonati, metalli, silicati, gesso, farine, tenuti insieme da forze attrattive ma soprattutto da leganti a base proteica, oleosa e resinosa. Questa miscela varia a seconda non solo dei materiali costitutivi ma soprattutto nello spessore, nel rapporto fra cariche e leganti e nella fisionomia della porosità. Ma il suo comportamento è anche fortemente influenzato dai leganti utilizzati nelle diverse campiture. La fisionomia delle rotture e delle crettatura può essere molto eterogenea. Fenomeni di decoesione nell'interfaccia supporto-preparazione si associano spesso a quelli di fessurazione all'interno degli strati preparatori. In questi casi i fenomeni di decoesione, si manifestano in due modi diversi: il primo elemento di rottura avviene nell'interfaccia fra i diversi strati è quindi un problema di adesione fra strati; il secondo interessa un aumento della porosità nella struttura dovuta alla perdita di funzionalità della componente legante e dalla rottura dei giunti della struttura reticolare, un problema di aggregazione fra parti molto piccole. In termini di consolidamento questa diversità crea problemi nella determinazione della quantità di consolidante da immettere per contrastare i fenomeni in atto. Per far riaderire una scaglia abbiamo bisogno di un certo quantitativo di materiale, in grado di inibire le forze meccaniche in gioco. Esso sarà necessariamente in eccesso se penetra nella micro porosità della struttura e viceversa.

Risalendo verso gli strati superficiali, quelli del film pittorico, osserviamo una riduzione della porosità e le reticolazioni appaiono più omogenee ed ordinate. I problemi di consolidamento si propongono all'interfaccia fra preparazione e colore, all'interno degli strati dipinti e sulle superfici più esterne sotto forma di fenomeni di disgregazione.

Le delaminazioni nell'interfaccia preparazione e pellicola pittorica, nella pittura ad olio, sono, dal punto di vista del consolidamento, più difficili da trattare rispetto alle precedenti (Fig.13,14). Il consolidante deve attraversare il supporto e gli strati preparatori per posizionarsi, in maniera efficace, in quell'interfaccia. Le misure di porosità diventano importanti ai fini della comprensione della modalità più adatta. Se usiamo una soluzione consolidante troppo viscosa non saremo mai in grado di penetrare una porosità media di pochi micron. È necessario che il nostro consolidante sia indirizzato a tal fine. Le colle animali hanno funzionato solo se utilizzate a temperature elevate e tenute costantemente "in temperatura" mediante ferri caldi o lampade a infrarosso o sulla tavola calda. Molte soluzioni consolidanti a base di sintetici contengono polimeri di grandezze molecolari variabili, alcune sono"piccole", altre, come alcune sostanze presenti nella miscela Beva 371, molto grandi, delle macromolecole. La relazione fra consolidante e solvente è molto più importante, ai fini applicativi, nell'utilizzo dei vari metodi di consolidamento con sintetici. Non è la temperatura a condizionare la densità, o viscosità, della soluzione bensì la scelta corretta del solvente, o mix di solventi, da utilizzare per ottenere la penetrazione attraverso strati poco porosi e veicolare il materiale consolidante in maniera efficace. Risalendo ancora la stratificazione osserviamo la possibile presenza di delaminazioni e problemi di coesione fra stesure pittoriche. Le casistiche sono innumerevoli di stesure pittoriche preparatorie atte a ottenere determinati effetti o di sovramissioni

di stesure indotte da variazioni e pentimenti nella fase esecutiva (Fig.15). L'arte contemporanea propone spesso questo tipo di problematica e tutti i restauratori hanno la percezione di quanto complesso possa essere identificare la soluzione più adatta in termini di consolidamento. Su questi strati è possibile agire sia dal retro che dal fronte e le impregnazioni profonde sono efficaci solo in alcuni casi. In presenza di strati rigidi e caratterizzati da porosità molto bassa valgono molte delle considerazioni espresse precedentemente. Quindi la necessità di dover veicolare una soluzione consolidante diventa ancora più problematico.

Gli strati più esterni possono essere anch'essi interessati da fenomeni di esfoliazione ma il prodotto più diffuso, in termini di degrado, è l'impoverimento della materia pittorica, l'alterazione dei corretti valori di CVP, la perdita di legante (Fig.16). Superfici ossidate diventano sensibili progressivamente ad agenti aggressivi, in primo luogo l'acqua. Diventano superfici mat, interessate da fenomeni di idrolisi che si traduce in polverizzazione e disgregazione.

Le superfici mat e il loro trattamento hanno preoccupato generazioni di restauratori non solo di dipinti ma anche di dipinti murali, di carta e tessuti, di coloro che contrastano i fenomeni su strutture materiche molto igroscopiche dove l'incidenza del
fattore ottico è maggiore. Non è un caso che le tempere, molto utilizzate nel nostro
paese, sono nella pratica quotidiana, trattate con materiali specifici, diversi da quelli
adoperati per strutture meno igroscopiche. In queste strutture, per assurdo, abbiamo un problema di eccesso di porosità e moltissimi materiali utilizzati per gli oli si
dimostrano completamente inadatti. Anche su questo tipo di materia osserviamo
fenomeni di esfoliazione e rotture all'interfaccia fra gli strati ma anche disgregazione e consunzione.

Concludo questa parte con alcune considerazioni relative agli interventi precedenti sottolineando la necessità di una analisi approfondita delle strutture modificate. La reattività di certe tipologie di supporto ha prodotto danni gravissimi e la sensazione che il restauro lascia una traccia indelebile è evidente. La difficoltà, in termini di consolidamento, su dipinti destabilizzati risiede nella scelta di materiali in grado di contrastare fenomeni gravi di distacco e nello stesso compatibili con tutti i materiali presenti, originali e non.

Il consolidamento ha quindi la funzione di contrasto e contenimento, la sua forza deve essere, anche di poco, maggiore di quelle presenti nei materiali. Riassumendo potremmo dire che fra le due diverse problematiche, riadesione e riaggregazione quest'ultima appare come quella ove il rischio di perdita delle caratteristiche originarie è più evidente e qualunque cosa facciamo sarà irreversibile. Per comprendere meglio quale sia l'approccio più corretto è necessario analizzare approfonditamente le dinamiche di diffusione di soluzioni consolidanti all'interno degli strati in funzione delle caratteristiche delle porosità. Come vedremo la diffusione è solo la prima parte del processo, quello durante il quale applichiamo un liquido contenente percentuali variabili di consolidante. Immediatamente dopo il solvente cerca di evaporare, migrando verso le superfici in contatto con l'aria. Il processo di posizionamento del consolidante, ad evaporazione completata, è quindi un problema molto complesso ed è strano pensare che fino ad ora si è spesso pensato che un solo materiale ed un solo solvente fossero in grado di rispondere positivamente in qualsiasi condizione e situazione. Attraverso una migliore conoscenza di nuovi e vecchi materiali e l'affinamento delle metodologie di applicazione e manipolazione delle fasi di diffusione e controllo dell'evaporazione, ad esempio utilizzando la bassa pressione, possiamo intanto migliorare la capacità di trovare soluzioni equilibrate, che siano atte a fornire il contrasto necessario senza eccedere.

Il consolidamento

Non penso sia essenziale elencare una lista attualmente impiegata nelle fasi di consolidamento di tutte le tipologie di superficie possibili. Il congresso, nel suo insieme, sarà in grado di evidenziare i prodotti maggiormente utilizzati e testati. Il mio interesse si orienta ad alcune considerazioni generali

Come si accennava nell'introduzione attualmente i restauratori adoperano varie classi di sostanze consolidanti in parte naturali e in parte di origine sintetica. La gamma di quest'ultimi e naturalmente molto più ampia e dobbiamo sempre essere coscienti del fatto che operiamo in una condizione dinamica. Se da una parte continuiamo ad usare sostanze conosciute da millenni dall'altra ci confrontiamo con altre, nuove,

frutto della ricerca nel campo dei polimeri. Essendo cresciuta la capacità di analisi è prevedibile che nel corso dei prossimi anni o decenni saremo attratti verso soluzioni solo ipotizzabili al momento. Sarà accresciuta la capacità dei ricercatori di individuare alcune sostanze "spendibili" nel campo del restauro perché siamo tutti coscienti del fatto che, fino ad oggi, pochi prodotti sono stati formulati esclusivamente per essere impiegati nel restauro di opere d'arte. Molte volte parlando con colleghi che utilizzano prevalentemente consolidanti naturali ci si sente dire che il sospetto verso i materiali sintetici deriva dall'impossibilità di valutarne il comportamento nel corso del tempo, dei decenni e secoli. Oggi questa logica appare davvero datata perché la quantità di conoscenze in nostro possesso è notevole e potenzialmente in grado di poter produrre comparazioni e proiezioni attendibili. Si rende invece necessario facilitare la capacità di scelta fra le opzioni possibili e provare e verificare le performances dei nuovi materiali di cui solo oggi sentiamo parlare ma su cui la ricerca lavora da oltre dieci anni. Penso che Wolbers, oltre a fornirci indicazioni fondamentali ai fini dell'orientamento, possa comunicarei proprio questa potenzialità e descrivere gli scenari ai quali guarderemo in un prossimo futuro. Intanto noi possiamo lavorare su altri aspetti altrettanto importanti che prescindono dalla scelta del materiale concentrandosi maggiormente su quello su cui siamo bravi: affinare le metodologie, renderle più efficaci, riducendo l'impatto e la quantità di materiali immessi.

Per fare qualche esempio potremmo approfondire un aspetto, fino ad oggi, poco valutato. L'identificazione della miscela solvente atta non solo a solubilizzare il consolidante in maniera adeguata ma a diffonderlo e posizionarlo in modo razionale. Abbiamo già detto che si possono utilizzare diversi metodi per controllare questi processi controllando o gestendo la penetrazione negli strati. La sezione applicativa comprende osservazioni molto interessanti in tal senso. Conoscendo le proprietà dei solventi quanto quelle dei consolidanti saremo sempre più in grado di miscelare sostanze, determinandone la viscosità e le concentrazioni, la Tg, i tempi di ritenzione e di evaporazione, la capacità, in termini di grandezze molecolari, di penetrare attraverso determinate strutture porose. Uno degli aspetti più controversi riguarda l'uso di solventi aromatici caratterizzati da indici di tossicità elevati. Attualmente questa classe di solventi presenta le migliori caratteristiche dal punto di vista della capacità di penetrazione, ed in particolare, laddove la materia presenta porosità ridotta. Sarà possibile domani sostituire l'acetone, il toluene, lo xilene e simili contenute nelle miscele commerciali. Siamo coscienti del fatto che attualmente quando parliamo di solventi aromatici ci si riferisce prevalentemente al diluente nitro, una miscela solvente nei quali sono presenti aromatici ma tanti clorurati? Lo stesso discorso vale per le miscele di acqua ragia minerale, per le benzine rettificate o derivati del cicloesano. In commercio troviamo tante formulazioni, sempre un po' misteriose, e con un forte carattere locale. Il Diluente Nitro si trova solo in Italia, le acque ragie minerali contenenti elementi con alta ritenzione solo in America. Paese che vai ferramenta che trovi.

Ma il nostro problema è molto più complesso. Qualsiasi cosa facciamo crea una modificazione. Forse ci dovremmo preoccupare di più della capacità dei materiali di essere, a distanza di un tempo, ri-trattabili, che della loro reversibilità o parziale stabilità. Ci dobbiamo interrogare sul significato delle scelte volte al minimo intervento perché spesso diamo la sensazione di non saper più fare scelte forti, abbiamo paura di apparire invasivi. Ma spesso rischiamo di creare le condizioni di una sorta di manutenzione continua ipotizzabile solo per le collezioni più prestigiose e visitate o dove, per un caso strano, i conservatori-restauratori sono stati in grado di svolgere un ruolo fortemente propositivo in termini di conservazione preventiva. Quindi risulta essenziale anche valutare la capacità dell'opera di interagire positivamente con l'ambiente nel quale è collocato attualmente, fatta eccezione per i dipinti dei migliori artisti costretti a viaggiare per il mondo come nessuno di noi ha mai fatto. Il minimo intervento, se vuole rappresentare una visione credibile in termini statistici, alternativi alle indiscriminate ed eccessive impregnazioni di colle di vario genere, deve essere capace di costruire, con il territorio, con il tessuto di relazioni e culture in qualsiasi museo, una relazione volta al tempo lungo, nel quale il segno del nostro lavoro possa essere trasmesso a quelli che verranno dopo di noi.

COLORE E CONSERVAZIONE 2006

L'ultimo elemento su cui soffermarsi riguarda le fasi di consolidamento in relazione con le altre che coinvolgono la struttura materica di un dipinto su tela. La velinatura e la verniciatura in primo luogo. Per la prima volta in Italia avremo descrizione delle caratteristiche del ciclododecano che potenzialmente ha la capacità di eliminare la prassi consolidata della velinatura che corrisponde, storicamente, ad un primo trattamento in termini di consolidamento.

Conclusioni

Tossicità, facilità di reperimento e di impiego, organizzazione della modalità applicativa sono gli elementi che condizionano la realtà operativa. Mettere insieme tutte le esigenze diventa, sempre più, un esercizio difficile soprattutto quando ci si rapporta a progetti di intervento calcolati a metro quadrato. Non penso di dire una sciocchezza nell'affermare che la grandissima maggioranza di restauratori operanti sui dipinti mobili viva una condizione quasi insostenibile. La media dei prezzari nazionali si aggira su una cifra che si attesta sui 1.000 Euro per metro quadrato, tutto compreso, viaggi, trasporti, preventivi, costi burocratici, di personale, di laboratorio, di documentazione,di assicurazioni e tante ore di lavoro. Non posso nascondere una perplessità di fronte alla necessità di trovare soluzioni facili, non tossiche, economiche, di facile reperibilità e efficaci. Il problema dell'efficacia è centrale soprattutto quando ci si confronta con un patrimonio così vasto e fragile ed esposto come il nostro. Se non riusciamo a trovare questo tipo di equilibri rischiamo, come spesso avviene, di proporre una capacità di intervento a due velocità. La prima è tutta di facciata e tocca solo una parte marginale del patrimonio mentre l'altra, quella numericamente più significativa, continua a essere trattata con gli stessi metodi e gli stessi prodotti, rischia, in poche parole, di rimanere fuori da questa riflessione e prospettiva.

Spero che, anche grazie a questo congresso, si possa far comprendere la complessità della nostra realtà operativa, fatta di valutazioni e scelte nel quotidiano, nella quale rischiamo spesso di sbagliare o di non aver capito quali erano i reali bisogni dell'opera d'arte al fine della trasmissione alle future generazioni. Sono i restauratori che devono riprendere in mano, con coscienza e nel pieno delle loro potenzialità, un ruolo centrale del dibattito su questi temi. Ai ricercatori presenti chiediamo di darci gli strumenti atti ad affinare le nostre conoscenze ma alla fine questo o quel trattamento saremo noi ad operarlo seguendo le tracce della nostra sensibilità. La sensibilità è qualcosa che non si misura, rappresenta la parte ancora magica della nostra professione perché ha una connessione stretta con la persona, con l'essere umano, con la sua capacità di empatia con il prodotto di un segno artistico. A noi tocca ancora il compito di determinare la concentrazione più adatta, il solvente, la temperatura reale di applicazione, la modalità applicativa. Quando impregniamo un dipinto siamo coscienti che il 40% della soluzione interessa gli strati coinvolti dalla nostra prima pennellata? Cosa conviene fare? Impregnare a pennello? Nebulizzare? Creare atmosfere sature? Utilizzare il vuoto o la bassa pressione? Immergere?

Qualsiasi atto noi svolgiamo arreca all'opera una modificazione irreversibile, che evolve la struttura materia, la fa diventare "qualcos'altro", che reagirà in modo diverso e che condizionerà pesantemente la sua futura vita conservativa. La quotidianità operativa disegna una realtà nella quale, nella maggioranza dei casi, ci confrontiamo con strutture materiche profondamente trasformate dagli interventi precedenti.

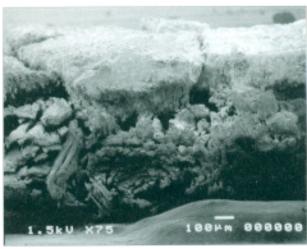


Fig. 1. Immagine al SEM di una stratigrafia simile al campione 1, 5i possono osservare cavità nell'interfaccia supporto-preparazione e fratture del film pittorico oltre al degrado delle fibre del supporto.

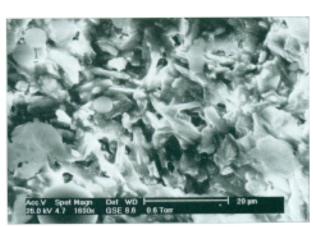


Fig 2. Ingrandimento al SEM sulla struttura della preparazione del campione 1. Si osserva la disposizione dei cristali delle cariche e la presenza di porosità accentuata e le diffuse ife fungine.

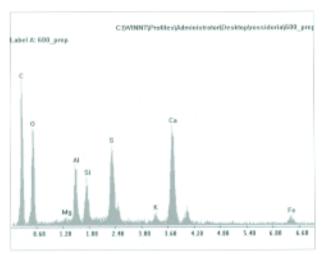


Fig 3. Analisi e quantificazione puntuale dei materiali presenti ESEM degli strati preparatori. Presenza di silicati, metalli, carbonati, solfati.



g 4. Particolare dei fenomeni di distacco e disgregazione. Si possono osservare distacchi fra supporto/preparazione e preparazione/colore.

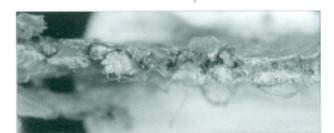


Fig 5. Sezione del dipinto in microscopia ottica. Ben visibili le delaminazioni e l'impoverimento della materia.

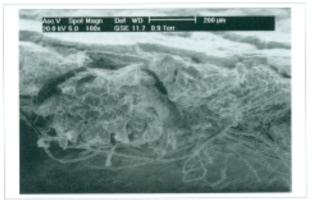


Fig. 6. Particolare SEM del campione. Si evidenziano le delaminazioni fra gli strati e il degrado del supporto.

COLORE E CONSERVAZIONE 2006



Fig 7. Sezione del campione in microscopia ottica. Si osserva la stratificazione dello strato preparatorio.

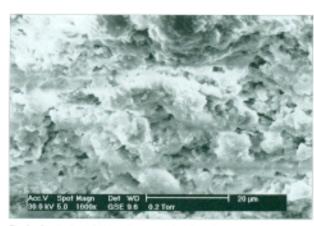


Fig 8. Particolare SEM della porosità del campione.

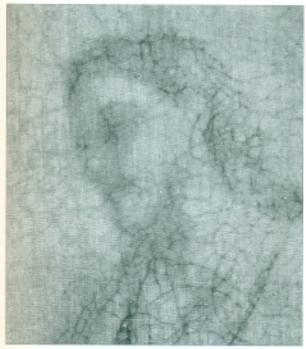


Fig 9. Particolare di un dipinto (retro) sec XVIII mai trattato. Si osserva l'interferenza fra stesura pittorica e supporto. Pigmenti meno coprenti e CPV alti bagnano la tela.

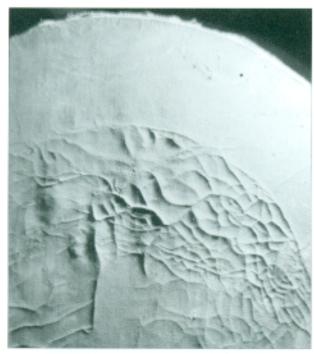


Fig 10. Particolare di rotture meccaniche evidenti. Si osserva la funzione di protezione svolta dal telaio e la differenza di reattività alle variazioni microdimatiche.

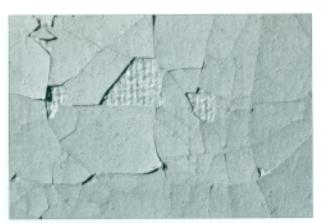


Fig II. Particolare di sollevamenti e distacchi all'interfaccia supporto/preparazione. Si osserva la presenza di uno strato di apprettatura (size) e saturazione della tramatura.



Fig 12. Gravi sollevamenti e deformazione nell'interfaccia supporto(forte apprettatura di colla animale) e preparazione (a base di bianco di zinco) su un dipinto della fine del XIX sec.



Fig 13. Particolare di distacchi all'interfaccia preparazione/colore in un dipinto di scuola emiliana sec. XVI.



Fig 14. Distacchi e sollevamenti all'interfaccia preparazione (bianco di zinco) e pelicola pittorica.



Fig 15. Delaminazioni e esfloliazioni fra strati pittorici.



Fig 16. Fenomeni di polverizzazione e disgregazione della materia. Particolare di un dipinto a tempera su tela sottile di cotone.

BIBLIOGRAFIA

P.Ackroyd, C. Young, The preparation of artists' convoses: Factors that affect adhesion between ground and canvas, in "Triennial meeting 12th, Lyon, 29 August-3 September 1999", London, James & James, 1999 p. 265-270

G. Bergeaud, J.F. Hulot, A. Roche, La degradation des peintures sur tolle; methode d'exames des alterations, Paris, Ecole National du Patrimoine, 1997

G.A. Berger, Some effects of impregnating adhesives on paint films, in "Conference on comparative lining techniques", Greenwich, 1974, p. 1-16

GA. Berger, H.L. Zeliger, Effect of consolidation measures on fibrous materials, in "Conference on comparative lining techniques", Greenwich, 1974, p. 43-56

G.A. Berger, W.H. Russell, Canservation of paintings. Research and Innavations, London, Archetype Publications, 2000

L Borgioli, P. Cremonesi, Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome, Padova, Prato, 2005

 Bucklow, Consensus in the classification of croquelure, in "Hamilton Kerr Institute Bulletin", n.3, 2000, p. 61-73

J.L. Dows, A. Maureen, A. MacDonald, J. Tétreault, R.Scott Williams, Adhesive testing at the Conodian Conservation Institute-An evaluation of selected poly(vinyl-acetate) and acrylic adhesives, in "Studies in Conservation", n. 41, 1996, p. 19-44

A Karpowicz, A study on development of crocks on pointings, in "Journal of the American Institute for Conservation", vol.29, n.2, art.5, 1990, p. 169-180

Keck, Mechanical alteration of the paint film, in "Studies in Conservation", n. 14, 1969, p. 9-

V. Massa, G. Scicolone, Le vernici per il restouro. I leganti, Firenze, Nardini, 2004

M. Matteini, A. Moles, Tecniche della pittura antica: le preparazioni del supporto, in "Kermes", n. 4, 1989, p. 49-62

M. Matteini, A. Moles, La chimica nel restauro, Firenze, Nardini, 2001.

M. Mecklenburg C.S. Tumosa, An introduction into the mechanical behavior of paintings under rapid loading conditions, "Art in transit International Conference on the packing and transportation of painting", London, 1991, p. 137-171

VR. Mehra, Foderatura a freddo. I testi fondomentali per la metadologia e la pratica, Firenze, Nardini, 1995

 Michalski, Pointings. Their response to temperature, relative humidity, shock, and vibration, in "Art in transit: International Conference on the Packing and Transportation of Paintings", London, 1991, p. 223-247

Minimo intervento conservativo nel restauro dei dipinti, "Atti del 2º Convegno internazionale - Colore e conservazione, Thiene 20-30 giugno 2004", Prato, 2005

A Roche, Comportement mécanique des peintures sur taile. Dégradation et prévention, Paris, CNRS Editions, 2003

M. Rossi Doria, Diversificazione delle metodologie nel restauro strutturale dei grandi formati: illustrazione di alcuni casi, in "Atti del I Congresso Nazionale IGIIC, Torino 5-7 Giugno 2003", Torino, 2003, p. 130-138

M. Rossi Doria, Minimo intervento: della protezione al trattamento dei materiali dei malati gravi, in "Atti del 2º Convegno internazionale"-Colore e conservazione, Thiene 20-30 giugno 2004", p. 15-21

M. Rossi Doria, Il consolidamento strutturale dei dipinti su tela secondo Gustav Berger. Valutazioni e riflessioni a trent'anni dall'introduzione del Beva 371, in "Progetto restauro", n. 33, 2005, p. 2-7.

V. Schaible, Réflexions sur la formation de cuvettes a la surface des peintures sur toile, in "Icom Committee for Conservation 9th Triennal Meeting Dresden 26-31 August 1990", Dresden, 1990, p.139-144

CS.Tumosa, J. Millard, D. Erhardt, M. Mecklenburg, Effects of solvents on the physical properties of paint films, in "Icom Committee for Conservation Triennial meeting 12th, Lyon, 29 August- 3 September 1999", London, James & James, 1999, p. 347-352

Horie C.V. Materials for conservation. Organic consolidants, adhesives and coating, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1987

G. Urbani. Problemi di conservazione, Bologna, Editrice Compositori, 1973.

R.C. Wolbers, M. McGynn, D. Duerbeck, Poly(2-Ethyl-2-Oxazoline): a new conservation consolidant, in "Painting Wood: History and Conservation", Proceedings of Symposium in Williamsburg, Virginia, 1994, p. 514-527