

**Dipinto su tela attribuibile ad autore di scuola italiana.  
Studio della tecnica esecutiva, dei materiali e del loro stato di conservazione mediante  
analisi di laboratorio**

**Committente:** Eesti Kunstimuuseum, Weizenbergi 34/Valge 1, 10127 – Tallinn, Estonia

**Analisi:** Artelab s.r.l., *Via Federico Nansen n. 102-00154 Roma*

**Data:** dicembre 2008

## Indice

<b>1. Materiali e metodi .....</b>	<b>P 3</b>
<b>2. Schede analitiche dei campioni</b>	
Campione n. 2 .....	P 5
<i>Descrizione fornita:</i> “Pigmento blu”.	
<i>Indagini eseguite:</i> esame preliminare allo stereo-microscopio. Analisi microstratigrafica su sezione lucida, corredata di test micro ed istochimici, mirata allo studio degli strati preparatori, della pellicola pittorica e degli eventuali strati sovramesi.	
Campione n. 4 .....	P 9
<i>Descrizione fornita:</i> “Pigmento rosso”.	
<i>Indagini eseguite:</i> analisi microstratigrafica su sezione lucida, corredata di test micro ed istochimici, mirata allo studio degli strati preparatori, della pellicola pittorica e degli eventuali strati sovramesi.	
Campione n. 6 .....	P 12
<i>Descrizione fornita:</i> “Incarnato”.	
<i>Indagini eseguite:</i> analisi microstratigrafica su sezione lucida, corredata di test micro ed istochimici, mirata allo studio degli strati preparatori, della pellicola pittorica e degli eventuali strati sovramesi.	
Campione n. 7 .....	P 15
<i>Descrizione fornita:</i> “Pigmento bianco”.	
<i>Indagini eseguite:</i> esame preliminare allo stereo-microscopio. Micro-analisi elementare mediante microsonda ai raggi X in dispersione di energia (EDS) mirata all’identificazione del pigmento bianco.	
Campione n. 8 .....	P 18
<i>Descrizione fornita:</i> “frammento di tela”.	
<i>Indagini eseguite:</i> esame preliminare allo stereo-microscopio finalizzato anche alla determinazione della densità della tela. Analisi qualitativa mediante microscopia ottica finalizzata all’identificazione delle fibre che costituiscono i filati.	
Campione n. 9 .....	P 20
<i>Descrizione fornita:</i> “frammento di tela”.	
<i>Indagini eseguite:</i> esame preliminare allo stereo-microscopio mirato all’esecuzione del microprelievo da sottoporre ad analisi FT-IR. Analisi chimico – mineralogica qualitativa mediante FT-IR (Spettrofotometria Infrarossa con Trasformata di Fourier) finalizzata alla caratterizzazione del collante di colore bruno aderente al retro della tela (possibile adesivo utilizzato nella rifoderatura).	

Ns. rif. Z-49

**Spett.le Eesti Kunstmuuseum**

Weizenbergi 34/Valge 1  
10127 – Tallinn, Estonia

**Oggetto.** Dipinto su tela attribuibile ad autore di scuola italiana. Studio della tecnica esecutiva, dei materiali e del loro stato di conservazione mediante analisi di laboratorio.

- I campioni sono stati forniti dal committente –

### 1. Materiali e metodi

I nove campioni prelevati da diverse porzioni del dipinto sono stati dapprima esaminati allo stereo-microscopio. In seguito, quelli più rappresentativi, sono stati preparati per le analisi di approfondimento. In particolare sono state eseguite:

- analisi microstratigrafiche al microscopio ottico in luce riflessa corredate di test micro ed istochimici, eseguiti direttamente su sezione;
- analisi qualitativa mediante microscopia ottica in luce trasmessa polarizzata;
- analisi chimico – mineralogiche mediante FT-IR (Spettrofotometria Infrarossa con Trasformata di Fourier);
- micro-analisi elementare mediante microsonda ai raggi X in dispersione di energia (EDS).

Direttamente sulle sezioni sono stati effettuati i seguenti test istochimici: *Fucsina*: evidenzia le sostanze proteiche, in particolar modo le colle animali e la gelatina; *Amido Black* per l'identificazione delle sostanze proteiche, in particolare dell'uovo; *Sudan Black* per l'identificazione dei lipidi in fase liquida (oli); Test per l'identificazione delle *sostanze saponificabili* (oli, cere ed altre saponificabili).

Tra i test microchimici sono stati eseguiti quelli empirici per l'identificazione dei carbonati, del ferro, del rame e del piombo.

I principali obiettivi delle indagini sono i seguenti:

- identificare il tipo di fibra con cui sono stati realizzati i filati della tela di supporto;
- determinare il tipo di *armatura* e valutare la *densità* della tela;
- definire la struttura della pittura individuando il numero totale di stesure sovrapposte alla tela: preparazioni, stesure pittoriche, ridipinture, protettivi, livelli di particellato;
- definire la composizione di massima dei vari strati;
- studiare la tecnica pittorica;
- caratterizzare il collante di colore bruno aderente al retro della tela attribuibile ad un possibile adesivo utilizzato nella rifoderatura.

Le indagini oggetto del presente lavoro sono state eseguite secondo le raccomandazioni contenute nei documenti UNI – Normal e le indicazioni dettate da pubblicazioni scientifiche edite da istituti nazionali e internazionali che operano nel campo della conservazione dei beni culturali: ICR, ICCROM, ICOM, ecc.

Per uno studio più approfondito e, talora, per una sicura identificazione di alcune componenti, sarebbe necessario eseguire, in associazione alle analisi già condotte, anche altre indagini di approfondimento quali le microanalisi elementali al SEM – EDS, esami microFT-IR, ecc.

Di volta in volta, nell'esposizione dei risultati, saranno indicate quelle che si ritengono utili per un migliore studio dei campioni.

I risultati delle analisi sono esposti in apposite schede analitiche, comprensive di documentazione fotografica e grafica, nelle quali si descrivono dettagliatamente tutti i dati acquisiti nei limiti imposti dal tipo di analisi eseguite.

Infine, si precisa che i colori risultanti dalle microfotografie possono differire da quelli che si percepiscono con l'osservazione visiva delle superfici dipinte; infatti, a scala microscopica si apprezzano le diverse colorazioni delle varie componenti (pigmenti, carica, legante) che nel loro insieme (ad una scala macroscopica) conferiscono il colore globale a ciascuno strato.

Roma 10 - 12 - 2008

Geol. Domenico Poggi

## Campione n. 2

### Descrizione fornita

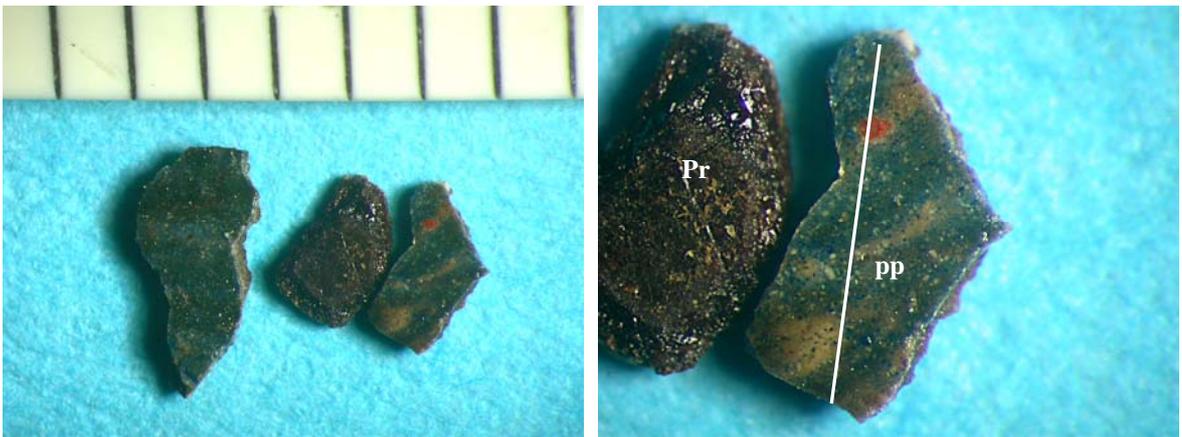
“Pigmento blu”.

### Analisi eseguite e loro obiettivi

Esame preliminare allo stereo-microscopio.

Analisi microstratigrafica su sezione lucida, corredata di test micro ed istochimici, mirata allo studio degli strati preparatori, della pellicola pittorica e degli eventuali strati sovramesi.

### Esame preliminare allo stereo-microscopio

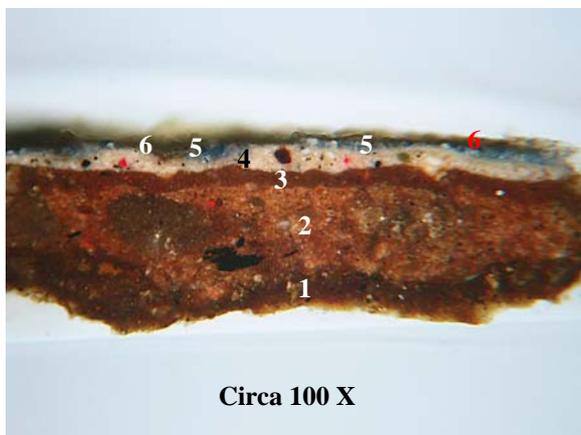


*Stereo-microscopio, luce riflessa, ingrandimento rispettivamente di circa 16 e 40 X.*

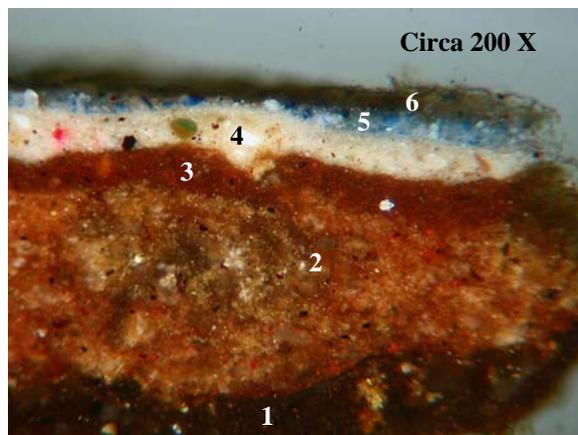
L'immagine sulla sinistra evidenzia le tre scagliette millimetriche comprese nel prelievo. La 'foto' a destra, maggiormente ingrandita, rappresenta un particolare della precedente. Sono ben documentate sia la preparazione scura (Pr) sia la pellicola pittorica azzurrina (pp), ricoperta da uno strato di vernice.

Il segmento bianco indica approssimativamente la linea di taglio della sezione allestita per lo studio microstratigrafico. Nelle pagine seguenti si riportano dettagliatamente i risultati dello studio.

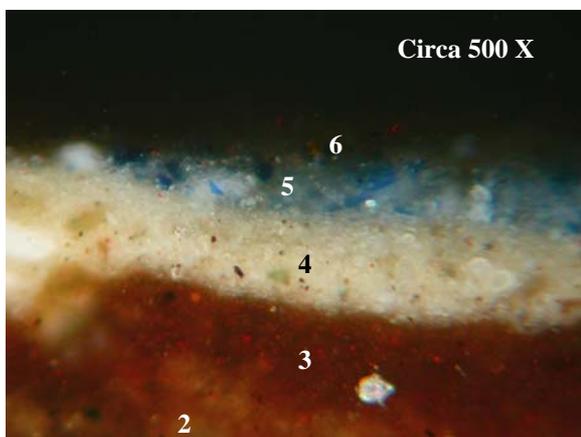
**Analisi microstratigrafica su sezione lucida corredata di test microchimici ed istochimici**



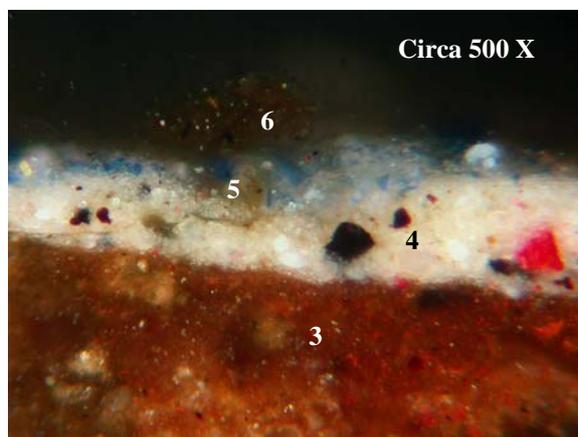
Circa 100 X



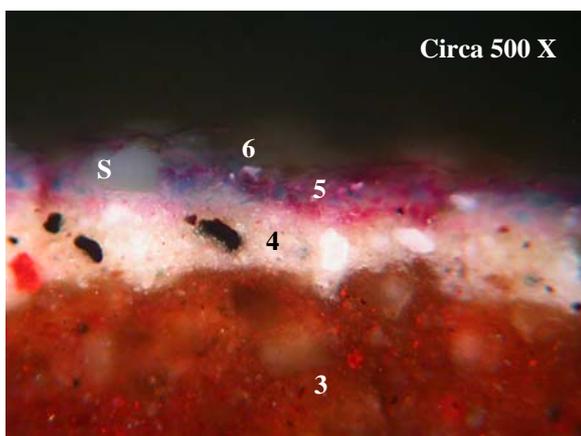
Circa 200 X



Circa 500 X



Circa 500 X



Circa 500 X

*Sezione lucida, luce riflessa.*

Le immagini, diversamente ingrandite, sono state disposte ad ingrandimento crescente procedendo da sinistra a destra e dall'alto in basso. Quella in basso a sinistra, acquisita dopo l'esecuzione del test istochimico con fucsina, permette di identificare e localizzare i leganti proteici nell'ambito della stratigrafia.

L'immagine in alto a sinistra, ripresa ad ingrandimento relativamente basso, illustra la corposa preparazione scura, realizzata con tre stesure contestuali a base di olio e 'terre' (strati n. 1, 2 e 3). Le altre 'foto' definiscono meglio sia le tre stesure sia gli strati superiori.

Sopra la terza stesura di preparazione, alquanto ricca di legante, è stato applicato un corposo strato dal colore d'insieme grigio chiaro (n. 4). Si tratta di una 'luce' realizzata stemperando all'interno di un legante oleoso abbondante bianco di piombo, nero di carbone (probabilmente nero d'ossa), poco cinabro – vermiglione e poco resinato di rame.

Segue una velatura di colore azzurro (n. 5) composta di lapislazzuli e poco bianco di piombo (al suo interno anche un unico granulo di 'smaltino': S). La velatura è l'unico strato che ha parzialmente reagito al test colorimetrico con fucsina (immagine in basso a sinistra. Per quanto riguarda l'interpretazione del test istochimico si veda quanto esposto nella descrizione della stratigrafia esposta nelle pagine seguenti).

Chiude la sequenza stratigrafica uno strato di vernice (n. 6) con all'interno scarso particellato.

**1) Strato di colore bruno – marrone a base di un legante oleoso caricato con scarse ‘terre’ - I stesura di preparazione**

Spessore: variabile da circa 0.06 a circa 0.15 mm.

All'interno di un abbondante legante di colore bruno, caratterizzato da aspetto traslucido, si osservano diversi granuli le cui caratteristiche ottico – morfologiche, nei limiti delle osservazioni possibili in luce riflessa, permettono di attribuirli essenzialmente a silicati (per la loro descrizione si veda quanto riportato nello strato successivo).

Dal punto di vista granulometrico la ‘terra’ utilizzata come carica è classificabile tra il limo fine ed il limo grossolano (0.01 - 0.06 mm).

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con soluzioni di continuità.

**2) Corposo strato marrone – rossiccio realizzato stemperando in un legante oleoso ‘terre’ e poco nero vegetale - II stesura di preparazione**

Spessore: variabile da circa 0.25 a circa 0.33 mm.

La stesura, applicata contestualmente alla precedente, si differenzia da questa per la maggiore concentrazione di ‘terre’ e per la presenza di una più alta quantità di ocra rossa – ematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), a cui si deve la colorazione più rossiccia dello strato.

Nei limiti delle osservazioni possibili in luce riflessa, all'interno del legante sono state identificate le seguenti tipologie di granuli:

- silicati (ad es. quarzo e feldspati o frammenti litici costituiti da questi minerali);
- fillosilicati tra cui miche sia chiare che scure, dalla tipica struttura laminare;
- minerali opachi riferibili a solfuri e/o ossidi di ferro;
- rare particelle di nero vegetale.

Il test per l'identificazione dei carbonati ha indicato che la stesura contiene anche una piccola quantità di grani di calcite.

Com'è noto per una sicura e precisa identificazione dei granuli dell'aggregato sarebbe opportuno studiare la sezione al Microscopio Elettronico a Scansione (SEM), corredato di microsonda ai raggi X (EDS) per analisi elementali.

Le dimensioni delle particelle generalmente comprese tra 0.01 e 0.15 mm, le collocano tra il limo molto fine e la sabbia molto fine.

- Tipo di contatto tra gli strati: poco definito, con buona adesione.

**3) Sottile stesura di colore bruno – rossiccio realizzata mescolando olio, fine ematite, scarso nero carbone e poche ‘terre’**

Spessore: variabile da circa 0.04 a circa 0.06 mm.

La funzione dello strato potrebbe essere sia quella di primer sia quella di ‘fondo cromatico’ comune a tutto il dipinto. Si trova infatti allo stesso livello dello strato pittorico rosso scuro individuato nel campione n. 4 (confronta con la relativa scheda).

Le componenti ‘terrose’ sono del tutto analoghe a quelle individuate nelle stesure precedenti.

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con buona adesione.

**4) Stesura pittorica di colore grigio chiaro con toni violacei ottenuta stemperando in un legante oleoso abbondante bianco di piombo, poco nero di carbone (probabilmente nero d'ossa), scarso resinato di rame e poco cinabro – vermiglione**

Spessore: variabile da circa 0.03 a circa 0.06 mm.

Nell'ambito della pellicola pittorica la funzione della stesura è quella di "luce".

Il cinabro – vermiglione <sup>(1)</sup>, presente con pochi grani, potrebbe essere stato aggiunto come residuo di tavolozza.

All'interno dello strato si osservano anche rare masserelle di colore bruno – ambrato ed aspetto traslucido, attribuibili a piccoli grumi di olio e/o resina.

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con discreta adesione.

**5) Discontinua velatura blu – azzurra, alquanto ricca di legante oleoso, pigmentata con lapislazzuli o poco bianco di piombo**

Spessore: variabile da circa 0.01 a circa 0.03 mm.

Il lapislazzuli è stato macinato finemente: i granuli hanno quasi sempre dimensioni inferiori a 0.015 mm.

Lo strato, in corrispondenza della porzione superiore, ha dato esito positivo al test istochimico per l'identificazione dei composti proteici, in particolar modo di colla animale o gelatina.

Il tipo ed il modo in cui la reazione colorimetrica si è sviluppata dopo il test con fucsina non consente di comprendere se i composti proteici siano da riferire al legante originario della stesura o se invece siano dovuti alla permeazione dello strato da parte di sostanze sovramesse (ad esempio protettivi a base di colla animale).

All'interno della stesura un singolo granulo di smaltino (pigmento blu ottenuto dalla macinazione di un vetro colorato al cobalto).

- Tipo di contatto tra gli strati: poco definito con buona adesione.

**6) Vernice oleo – resinosa inglobante scarso particellato di natura carboniosa ed ocracea (ematite)**

Spessore: variabile da circa 0.02 a circa 0.07 mm.

---

<sup>1</sup> A causa sia delle ridotte dimensioni dei granuli sia della loro bassa concentrazione all'interno dello strato non è possibile avanzare ipotesi circa la sua origine naturale (cinabro) o artificiale con procedimento a secco (vermiglione). La distinzione tra i due è d'altra parte spesso difficile. Risulta invece molto più agevole distinguere il vermiglione artificiale, realizzato con procedimento ad umido introdotto a partire dal 1687, dal vermiglione prodotto con il procedimento tradizionale a secco e dal cinabro naturale.

## Campione n. 4

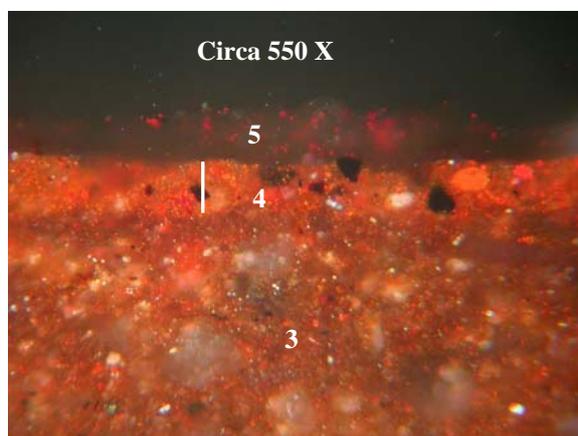
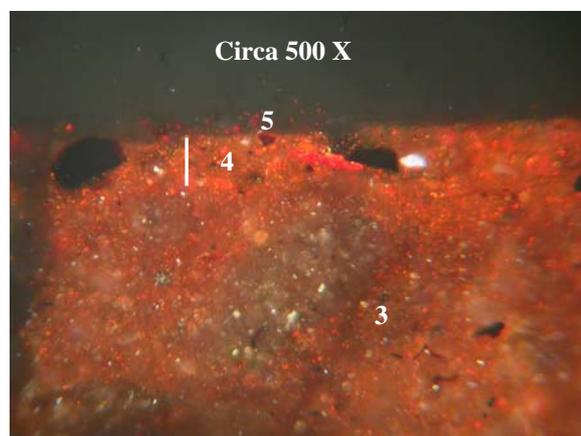
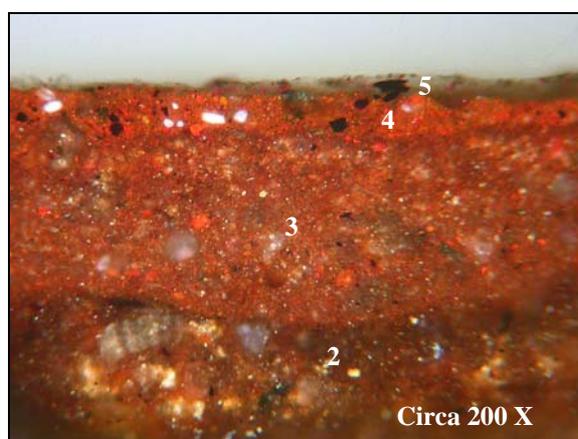
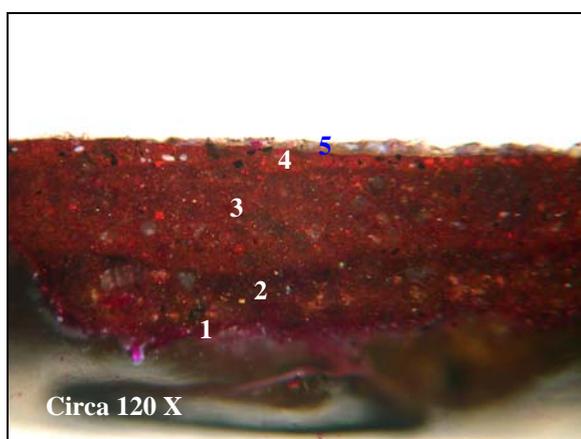
### Descrizione fornita

“Pigmento rosso”.

### Analisi eseguite e loro obiettivi

Analisi microstratigrafica su sezione lucida, corredata di test micro ed istochimici, mirata allo studio degli strati preparatori, della pellicola pittorica e degli eventuali strati sovramesse.

### Analisi microstratigrafica su sezione lucida corredata di test microchimici ed istochimici



### *Sezione lucida, luce riflessa.*

L'immagine in alto a sinistra, ripresa ad ingrandimento relativamente basso, è stata acquisita dopo il test istochimico con fucsina mirato all'identificazione e localizzazione, nell'ambito della sequenza stratigrafica, dei composti proteici (in particolare di colla animale e/o gelatina). La 'foto' descrive l'intero spessore della stratigrafia, documentandone l'intera sequenza stratigrafica. Le altre immagini evidenziano invece altrettanti particolari delle stesure più esterne. A partire dal basso si osservano le seguenti stesure: 1) esile livello traslucido di colore bruno riferibile ad una stesura di colla animale o gelatina; 2) prima stesura di preparazione a base di 'terre' ed un legante oleoso; 3) seconda stesura di preparazione simile alla precedente ma di tonalità rossastra a causa della presenza di ocre rosse – ematite finemente dispersa al suo interno; 4) stesura pittorica rosso scuro ottenuta disperdendo in un medium oleoso ocre rosse – ematite, nero di carbone e raro cinabro - vermiglione; 5) vernice a base oleo – resinosa, attualmente ingiallita per alterazione ed inglobante, soprattutto in corrispondenza della sua porzione più esterna, diverse particelle di pigmento rosso. Nelle pagine seguenti si riportano dettagliatamente i risultati dello studio.

### **1) Esile livello traslucido di colore bruno riferibile ad una stesura di colla animale o gelatina**

Spessore: circa 0.02 mm.

Si tratta di un esile strato di 'colla' aderente alla tela del supporto; l'unico che ha dato esito positivo al test istochimico con fucsina. Lo strato potrebbe essere dovuto ad una stesura di 'colla', applicata originariamente sulla tela come primer.

In relazione ai dati a disposizione non si può escludere, tuttavia, che si tratti di 'colla' utilizzata nel corso delle operazioni di rifoderatura, penetrata dal retro del dipinto fino alla base delle varie stesure.

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, scabro con discreta adesione.

### **2) Strato di colore bruno – marrone a base di 'terre' ed un legante oleoso**

*I stesura di preparazione*

Spessore: variabile da circa 0.12 a circa 0.20 mm.

All'interno di un abbondante legante di colore bruno, caratterizzato da aspetto traslucido, si osserva una carica composta prevalentemente di silicati. I granuli che la costituiscono mostrano caratteristiche ottico – morfologiche che, nei limiti delle osservazioni possibili in luce riflessa, permettono di attribuirli alle seguenti componenti:

- granuli di quarzo, feldspati o frammenti litici costituiti da questi minerali;
- fillosilicati tra cui miche chiare e scure dalla tipica forma allungata e dalla struttura laminare;
- minerali opachi riferibili a solfuri e/o ossidi di ferro o ad altri elementi ( ad es. manganese);
- particelle di nero vegetale.

Si precisa che per una più sicura ed approfondita identificazione dei granuli dell'aggregato è necessario studiare la sezione al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredata di microsonda ai raggi X (EDS) per analisi elementali.

Dal punto di vista granulometrico la terra utilizzata come carica è classificabile tra il limo fine e la sabbia molto fine. Le dimensioni dei granuli sono infatti generalmente comprese tra 0.005 e 0.13 mm.

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con buona adesione.

### **3) Corposo strato bruno – marrone di tonalità lievemente più rossa del precedente. Al pari di questo è composto di 'terre' finemente disperse in un legante oleoso**

*II stesura di preparazione*

Spessore: variabile da circa 0.12 a circa 0.21 mm.

La stesura, applicata contestualmente alla precedente, si differenzia da questa per la presenza di ocre rosse – ematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) finemente dispersa nel legante.

Le altre componenti sono del tutto analoghe a quelle individuate nella prima stesura.

Dal punto di vista granulometrico la 'terra' utilizzata come carica è classificabile tra il limo fine e la sabbia molto fine. Le dimensioni dei granuli sono infatti generalmente comprese tra 0.005 e 0.15 mm.

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con buona adesione.

**4) Stesura pittorica rosso scuro ottenuta disperdendo in un medium oleoso oca rossa – ematite, nero di carbone e raro cinabro – vermiglione**

Spessore: variabile da circa 0.02 a circa 0.04 mm.

Le caratteristiche delle particelle di nero carbone (cioè la forma, l'uniformità del colore, l'opacità ecc.) sono simili a quelle che caratterizzano il nero d'ossa. Lo studio della sezione al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredato di microsonda ai raggi X (EDS) confermerebbe in via definitiva l'ipotesi formulata.

Il cinabro è presente in scarsi granuli di alto rilievo, forma prismatica, elevata lucentezza e sfaldatura facile.

Si esclude comunque che siano stati utilizzati nero fumo e nero vite.

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con buona adesione.

**5) Vernice a base oleo – resinosa, attualmente ingiallita per alterazione ed inglobante, soprattutto in corrispondenza della sua porzione più esterna, diverse particelle di pigmento rosso**

Spessore: variabile da circa 0.01 a circa 0.03 mm.

Le particelle di pigmento, caratterizzate da dimensioni che generalmente non superano i 0.005 – 0.010 mm, sono attribuibili, su base ottico – morfologica in luce riflessa, a oca rossa – ematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Tuttavia, per una conferma definitiva sulla loro natura, sarebbe opportuno studiare la sezione al SEM-EDS.

La concentrazione superficiale delle particelle di pigmento sembra indicare, come più probabile, un loro inglobamento a posteriori nella vernice, piuttosto che un'intenzionale aggiunta.

E' infatti possibile che le vernici, a causa della bassa temperatura di transizione vetrosa, inglobino particelle al loro interno.

**Osservazioni**

Nell'insieme, le stesure con cui è stata realizzata la campitura rappresentata dal prelievo, denotano un modo di procedere veloce ed economico, utilizzando materiali poveri. Lo strato pittorico, relativamente sottile, sfrutta infatti l'effetto cromatico già dato alla superficie dal sottostante strato preparatorio di colore marrone – rossastro. La stessa stesura pittorica contiene nero carbone, oca – ematite, poca biacca e raro cinabro - vermiglione.

## Campione n. 6

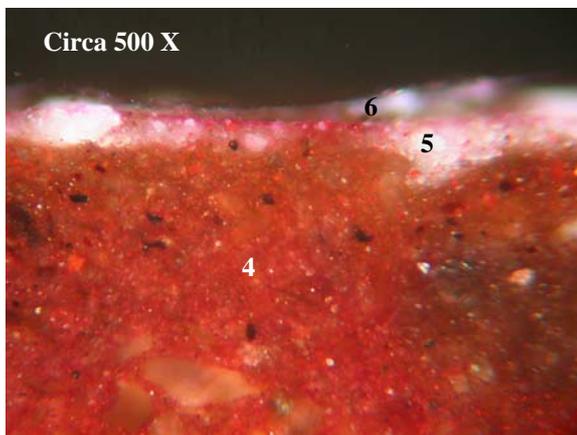
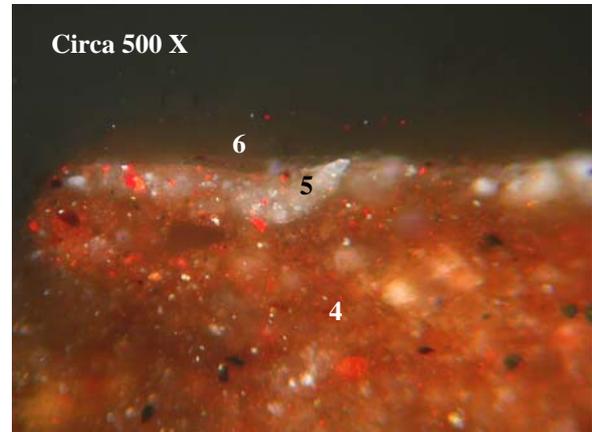
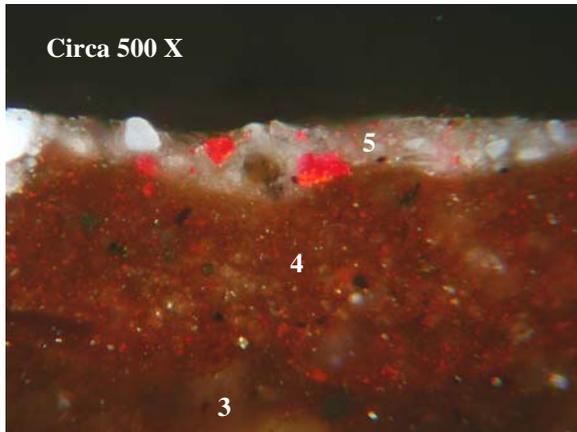
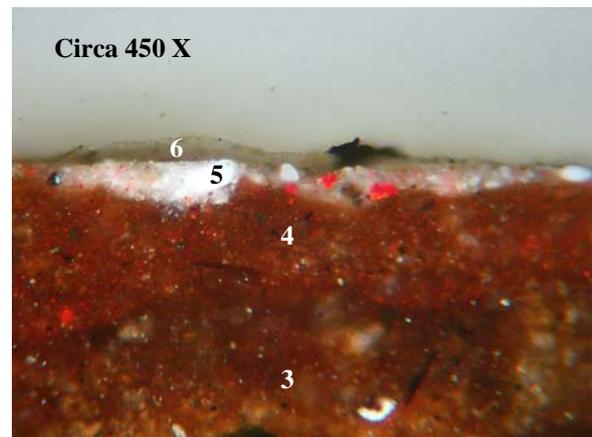
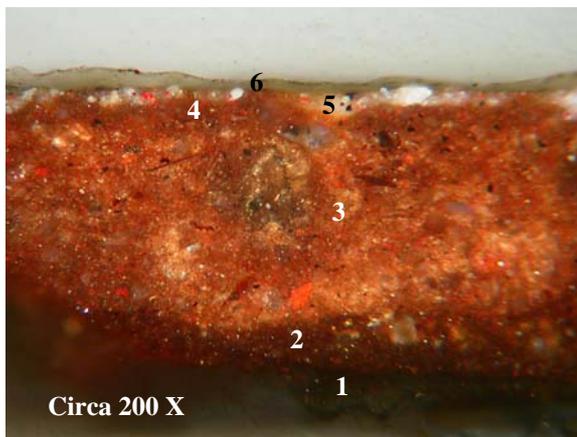
### Descrizione fornita

“Pigmento blu”.

### Analisi eseguite e loro obiettivi

Analisi microstratigrafica su sezione lucida, corredata di test micro ed istochimici, mirata allo studio degli strati preparatori, della pellicola pittorica e degli eventuali strati sovramesi.

### Analisi microstratigrafica su sezione lucida corredata di test microchimici ed istochimici



### *Sezione lucida, luce riflessa.*

Le cinque immagini sono state disposte ad ingrandimento crescente, procedendo da sinistra a destra e dall'alto in basso. Quella in basso a sinistra è stata acquisita dopo l'esecuzione del test istochimico con fucsina, mirato all'identificazione e localizzazione nell'ambito della stratigrafia, dei leganti proteici (in particolar modo di colla animale e/o gelatina).

Osservando le immagini, a partire dal basso, è possibile individuare la successione stratigrafica descritta nel seguito.

- 1) I stesura di preparazione a base di 'terre' disperse in un abbondante legante oleoso; 2) II corposa stesura di preparazione, di compo-

-sizione simile alla precedente, ma di tonalità rossastra a causa della presenza al suo interno di finissime dispersioni di ocra – ematite; 3) sottile stesura pittorica di colore rosato (“incarnato”) composta di bianco di piombo e poco cinabro – vermiglione stemperati in un legante oleoso; 4) strato traslucido di colore giallo – brunastro riferibile ad una vernice a base oleo – resinosa.

La struttura della stesura pittorica (n. 3) è particolarmente evidente nelle due immagini al centro. L’immagine in basso a sinistra documenta invece l’esito del test colorimetrico con fucsina, l’unico che ha dato esito positivo limitatamente alla porzione superiore dello strato pittorico.

Nel seguito si riportano dettagliatamente i risultati dello studio microstratigrafico.

### **1) Strato di colore bruno – marrone a base di terre disperse in un abbondante legante oleoso - I stesura di preparazione**

Spessore: variabile da circa 0.06 a circa 0.07 mm.

All’interno di un abbondante legante di colore bruno, caratterizzato da aspetto traslucido, si osserva una carica composta prevalentemente di silicati. I granuli che la costituiscono mostrano caratteristiche ottico – morfologiche che, nei limiti delle osservazioni possibili in luce riflessa, permettono di attribuirli alle seguenti componenti:

- granuli di quarzo, feldspati e frammenti litici costituiti da questi minerali;
- fillosilicati, tra cui miche chiare e scure dalla tipica forma allungata e struttura laminare;
- minerali opachi riferibili a solfuri e/o ossidi di ferro o altri elementi ( ad es. manganese);
- rare particelle di nero vegetale.

Si precisa che per una più sicura ed approfondita identificazione dei granuli dell’aggregato è necessario studiare la sezione al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredato di microsonda ai raggi X (EDS) per analisi elementali.

Dal punto di vista granulometrico la terra utilizzata come carica è classificabile tra il limo fine e la sabbia molto fine. Le dimensioni dei granuli sono infatti generalmente comprese tra 0.005 e 0.09 mm.

- Tipo di contatto tra gli strati: poco definito con buona adesione.

### **2) Corposo strato bruno – marrone di tonalità lievemente più rossa del precedente. Al pari di questo è composto di ‘terre’ finemente disperse in un legante oleoso II stesura di preparazione**

Spessore: variabile da circa 0.18 a circa 0.21 mm.

La ‘terra’ utilizzata come ‘carica inerte’ è ricca di silicati tra cui quarzo e mica scura.

Rispetto alla stesura precedente ingloba una maggiore quantità di ocra rossa – ematite da cui deriva la colorazione leggermente più rossastra.

E’ possibile che lo strato sia stato applicato con due stesure di cui quella esterna, molto sottile, risulta più ricca di legante. Questa stesura più esterna potrebbe corrispondere allo strato individuato nel campione n. 2, sottostante la pellicola pittorica (si veda la relativa scheda).

- Tipo di contatto tra gli strati: poco definito, con buona adesione.

**3) Sottile stesura pittorica di colore rosato (“incarnato”) composta di bianco di piombo e poco cinabro – vermiglione stemperati in un legante oleoso**

Spessore: variabile da circa 0.01 a circa 0.03 mm.

Come è noto, quando il pigmento è macinato finemente, è molto difficile discriminare per via ottica il cinabro naturale dal vermiglione artificiale ottenuto con il classico procedimento ‘a secco’ (metodologia utilizzata dall’antichità fino alla fine del XVII sec.).

Le particelle hanno infatti caratteristiche ottico – morfologiche del tutto simili.

Entrambi i pigmenti si distinguono invece molto bene dal vermiglione artificiale prodotto con il procedimento ad umido, utilizzato a partire dal 1687 (AA. VV., 1986 <sup>2</sup>).

La parte superiore dello strato, per uno spessore massimo che non supera mai la decina di micrometri, è la sola porzione compresa nella sezione che ha dato esito positivo al test istochimico con fucsina (tutti gli altri test eseguiti hanno invece dato esito negativo).

Il tipo ed il modo in cui la reazione colorimetrica si è sviluppata dopo il test non permettono di comprendere se i composti proteici siano da riferire al legante originario della stesura o, se invece, siano dovuti alla permeazione dello strato da parte di sostanze sovramesse (ad esempio protettivi a base di colla animale).

- Tipo di contatto tra gli strati: netto, con buona adesione.

**4) Strato traslucido di colore giallo – bruniccio riferibile ad una vernice a base oleo - resinosa**

Spessore: variabile da circa 0.01 a circa 0.02 mm.

Ingloba raro particellato carbonioso ed ocreo, concentrato soprattutto verso la superficie dello strato.

**Osservazioni**

Il modus operandi dell’autore prevedeva un’esecuzione rapida sfruttando le caratteristiche cromatiche e l’opacità della preparazione. La pellicola pittorica è stata infatti ottenuta applicando sopra la preparazione scura un’esile velatura a base di bianco di piombo e poco cinabro – vermiglione, applicata contestualmente alla preparazione stessa.

---

<sup>2</sup> La Fabbrica dei Colori. Pigmenti e coloranti nella pittura e nella tintoria. Pp. 81-85, Ed. Il Bagatto – Roma, 1986.

## Campione n. 7

### Descrizione fornita

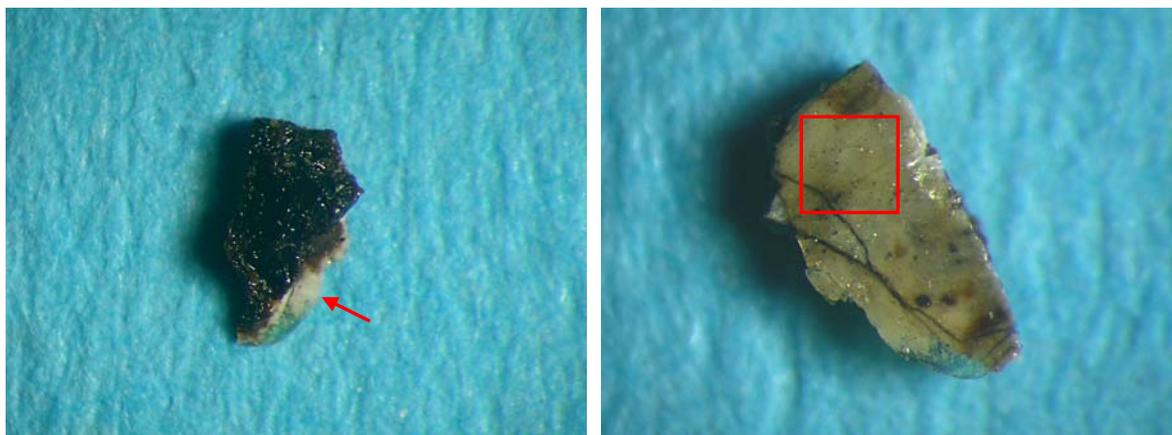
“Pigmento bianco”.

### Analisi eseguite e loro obiettivi

Esame preliminare allo stereo-microscopio.

Micro-analisi elementare mediante microsonda ai raggi X in dispersione di energia (EDS) mirata all'identificazione del pigmento bianco.

### Esame preliminare allo stereo-microscopio



*Stereo-microscopio, luce riflessa, ingrandimento rispettivamente di circa 18 (a sx) e 28 X.*

L'immagine sulla sinistra mostra la 'faccia' interna della piccola scaglietta prelevata. Evidente sia a preparazione scura sia la pellicola pittorica chiara (freccia).

L'immagine sulla destra rappresenta invece la 'faccia' superficiale della scaglietta. Sotto una spessa vernice trasparente è visibile lo strato pittorico di colore bianco.

Il riquadro rosso mostra approssimativamente le dimensioni dell'area sottoposta a micro-analisi elementare ai raggi X (EDS).

I risultati delle micro-analisi sono esposti nella pagina seguente.

## Micro-analisi elementare mediante microsonda ai raggi X in dispersione di energia (EDS)

### Risultati delle misure

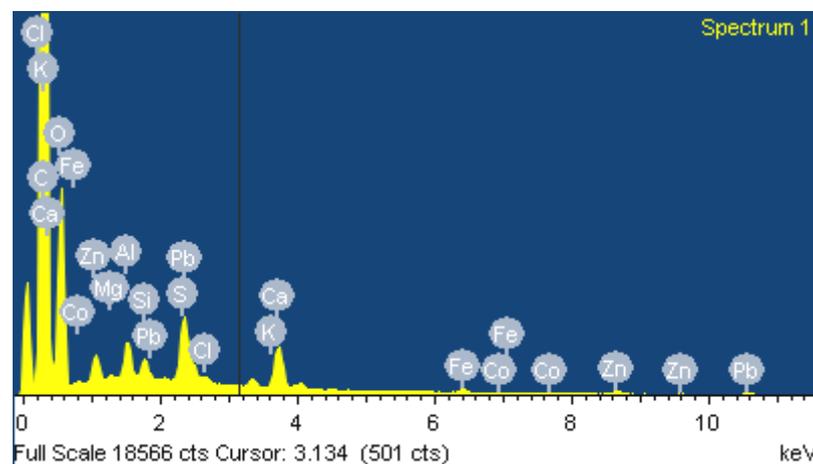
Elementi chimici individuati	Percentuali in peso
Carbonio (C)	69.65
Ossigeno (O)	25.71
Magnesio (Mg)	0.08
Alluminio (Al)	0.49
Silicio (Si)	0.24
Zolfo (S)	0.83
Cloro (Cl)	0.10
Potassio (K)	0.17
Calcio (Ca)	1.00
Ferro (Fe)	0.21
Zinco (Zn)	0.54
Piombo (Pb)	0.97
Totale	100.00

Note

Le percentuali si riferiscono agli ossidi degli elementi individuati. A causa dei limiti della metodica i risultati hanno un valore semi-quantitativo e non strettamente quantitativo.

Le percentuali sono state calcolate sulla base di rette di taratura costruite con standard di riferimento. Per tutti gli elementi le percentuali in peso sono state calcolate rispetto alle aree sottese dai picchi relativi alle righe K. Solo per il piombo i calcoli si riferiscono alla riga M.

Alcuni degli standard impiegati:  
 per il C: CaCO<sub>3</sub>; per l'O: SiO<sub>2</sub>; per il Na: Albite; per l'Al: Albite; per il Cl: KCl;  
 per il K: Feldspato; per il Ca: Wollastonite; per il Pb: PbTe.



Spettro EDS.

### Interpretazione dei risultati

Gli elevati valori di *ossigeno* e *carbonio* sono da attribuire prevalentemente allo spesso strato di vernice che il fascio di raggi X ha dovuto attraversare per raggiungere la stesura pittorica biancastra (si vedano le immagini allo stereo-microscopio esposte nelle pagine precedenti). *Carbonio* ed *ossigeno* possono in parte essere riferiti anche al legante oleoso della pellicola pittorica.

Sulla base delle informazioni acquisite dallo studio degli altri prelievi (soprattutto di quelli analizzati in sezione lucida) il *magnesio*, l'*alluminio*, il *silicio*, il *potassio*, il *calcio* ed il *ferro* sono da attribuire alle 'terre' dello strato preparatorio.

Anche lo *zolfo* potrebbe essere contenuto nella preparazione sia all'interno di solfati (ad es. gesso) che di solfuri (ad esempio solfuri di ferro).

Un piccolo controllo eseguito analizzando un'area di alcuni micrometri quadrati di diametro, quasi priva di vernice e caratterizzata da elevato peso atomico (come indicato dagli elettroni BKS), consente di escludere che lo zolfo possa essere il costituente fondamentale di un particolare tipo di bianco di piombo (solfato di piombo).

Di conseguenza il *piombo* è da riferire all'impiego di *biacca*  $[2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2]$ .

Più difficile è attribuire invece lo *zinco*. Dai dati acquisiti dal controllo analitico su un'area puntiforme si è osservato che lo *zinco* è presente in concentrazioni molto minori del *piombo* all'interno della stesura pittorica.

Sembra quindi poco probabile che l'elemento possa essere attribuito al bianco di zinco (ZnO), pigmento utilizzato a partire dalla fine del XVIII secolo anche in miscela con bianco di piombo (C. Seccaroni, P. Moioli, 2002<sup>3</sup>).

Lo *zinco* potrebbe essere associato invece alle 'terre' impiegate negli strati preparatori.

'Terre' caratterizzate da un tenore relativamente elevato di *zinco* sono state identificate in dipinti del Perugino, di Lorenzo Costa e di Piero di Cosimo (cfr. op. cit. p. 124).

Una conferma definitiva alle ipotesi formulate potrebbe essere data dallo studio di una sezione lucida al SEM – EDS, mediante l'analisi di aree rappresentative della preparazione e dello strato pittorico bianco.

Il *cloro*, infine, potrebbe essere dovuto ad un vecchio trattamento con mezzi non idonei, eseguito nel corso di un vecchio intervento di restauro.

---

<sup>3</sup> C. Seccaroni, P. Moioli. Fluorescenza X. Prontuario per l'analisi XRF portatile applicata a superfici policrome, p. 122, Nardini Editore, 2002.

## Campione n. 8

### Descrizione fornita

“Frammento di tela”.

### Indagine eseguita e suoi obiettivi

Esame preliminare allo stereo-microscopio finalizzato anche alla determinazione della densità della tela.

Analisi qualitativa mediante microscopia ottica finalizzata all'identificazione delle fibre che costituiscono i filati.

### Esame preliminare allo stereo-microscopio



*Stereomicroscopio, ingrandimento di circa 6.5 X.*

L'immagine rappresenta la 'faccia' interna del campione prelevato <sup>(4)</sup>.

Al di sotto di uno strato di colore bruno, costituito da una sostanza di consistenza resinosa, riferibile ad un adesivo organico applicato nel corso di un intervento di rifoderatura <sup>(5)</sup>, è visibile la tela. In relazione al modo in cui risultano tra loro intrecciati i fili di ordito e trama la tela è stata realizzata con un tipo di *armatura "a tela"*. Si tratta del tipo di armatura più comune ed utilizzato nel corso del tempo.

Il grado di "fittezza" o "densità" della tela è stimato intorno ad 8 X 8 fili per cm<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> Ciascuna tacca piccola del riferimento metrico corrisponde ad 1.0 mm.

<sup>5</sup> La sostanza è stata sottoposta ad analisi FT-IR (si veda la scheda del campione n. 9).

## **Analisi qualitativa mediante microscopia ottica finalizzata all'identificazione della fibra**

### Preparazione del campione e metodo di analisi

Il campione è stato lavato per rimuovere il colore e la preparazione che lo ricoprivano. È stato quindi prelevato un piccolo fascio di fibre che è stato colorato con reattivo di Herzberg. Le fibre colorate in blu viola dal reattivo sono state quindi poste su di un vetrino portaoggetti e montate con della soluzione idroglicerica per essere osservate al microscopio ottico in campo chiaro e luce polarizzata.

### Risultati

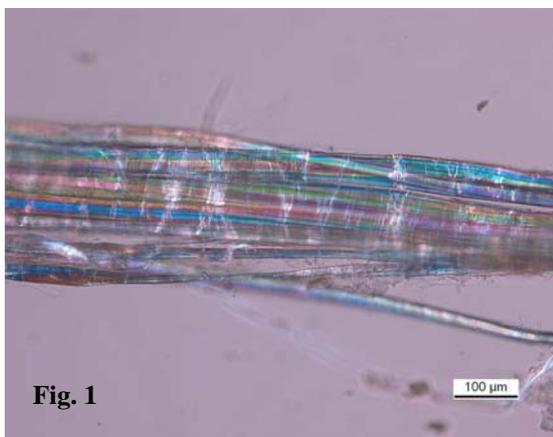
Il preparato osservato a 100 e a 200 ingrandimenti (foto n.ri 1 e 2) mostra delle fibre floematiche con caratteristiche ornamentazioni della parete cellulare. Sono presenti dislocazioni e segni a X marcati; il lume è evidente. Le fibre sono riconducibili sia per morfologia sia per la colorazione assunta dopo l'aggiunta del reattivo di contrasto a quelle del lino (*Linum usitatissimum* L.) o della canapa (*Cannabis sativa* L.).

Lo spessore notevole delle fibre (anche superiore ai 30 micron) ed altri particolari consentono di identificare le fibre come appartenenti alla canapa (*Cannabis sativa* L.).

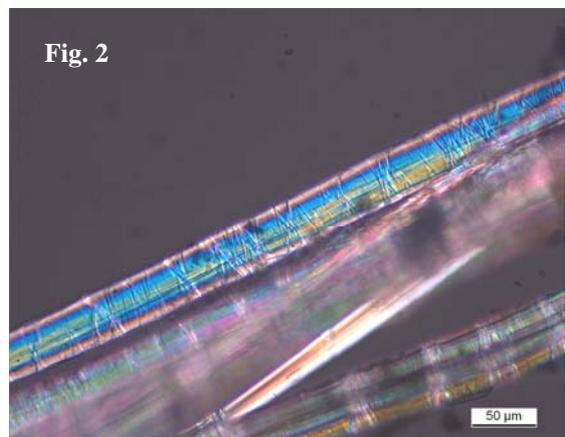


*Luce riflessa, ingrandimento di circa 80 X.*

L'immagine evidenzia il campione da cui, previo trattamento, sono state prelevate le fibre per l'identificazione microchimica e microscopica.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

*Luce trasmessa.*

Le immagini, riprese dopo colorazione con reattivo di Herzberg, evidenziano alcune delle caratteristiche morfologiche delle fibre, identificate come *canapa*.

## Campione n. 9

### Descrizione fornita

“Frammento di tela”.

### Indagine eseguita e suoi obiettivi

Esame preliminare allo stereo-microscopio mirato all'esecuzione del microprelievo da sottoporre ad analisi FT-IR.

Analisi chimico – mineralogica qualitativa mediante FT-IR (Spettrofotometria Infrarossa con Trasformata di Fourier) finalizzata alla caratterizzazione del collante di colore bruno aderente al retro della tela (possibile adesivo utilizzato nella rifoderatura).

### Esame preliminare allo stereo-microscopio



*Stereomicroscopio, ingrandimento di circa 8 X (a sx) e 35 X.*

L'immagine sulla sinistra rappresenta l'intero frammento prelevato evidenziando la faccia inferiore della tela.

L'immagine sulla destra illustra un particolare ingrandito della precedente documentando l'aspetto della sostanza di colore bruno – ambra, utilizzata probabilmente come adesivo durante un intervento di rifoderatura. Alcune decine di milligrammi della sostanza sono stati prelevati e, quindi, preparati per l'analisi chimica mediante FT-IR i cui risultati sono riportati nella pagina seguente.

## **Analisi chimico - mineralogica per Spettrofotometria Infrarossa con Trasformata di Fourier (FT-IR)**

### Preparazione del campione e metodologia di analisi

Il microprelievo asportato sotto stereo-microscopio (si veda quanto esposto nella pagina precedente), è stato finemente macinato con mortaio di agata, insieme a KBr, ed analizzato senza ulteriore trattamento, impiegando una cella DRS per riflettanza diffusa (FT-IR Shimadzu 8400-S).

L'interpretazione dello spettro FT-IR, ottenuto dall'analisi, è stata eseguita per confronto con la banca dati del laboratorio e con quella riportata da varie pubblicazioni scientifiche. In particolare le assegnazioni sono state effettuate in base alle frequenze vibrazionali di standards di riferimento puri o miscelati a particolari matrici (calcite, gesso, cera d'api, colla di coniglio, ecc.), registrati nelle stesse condizioni sperimentali.

### Risultati

Lo spettro IR ottenuto dall'analisi è sovrapponibile quasi perfettamente agli spettri di riferimento delle colle animali tradizionalmente utilizzate come leganti nelle arti decorative (vedi pagina successiva). In particolare sia la *colla di coniglio* sia la *gelatina porcina* presentano spettri FT-IR del tutto simili a quello del campione analizzato.

La *colla di pesce* si differenzia leggermente da queste e, quindi, dallo spettro ottenuto dall'analisi del campione, per i maggiori effetti prodotti dal disturbo dell'acqua (questa è infatti molto più igroscopica delle altre due).

Per una precisa identificazione del tipo di colla animale effettivamente utilizzato è necessario ricorrere ad analisi di approfondimento mirate come la Cromatografia Liquida ad alta Pressione (H.P.L.C. <sup>6</sup>).

In relazione all'intensità di alcune bande di assorbimento (picchi nello spettro) si può inoltre formulare l'ipotesi, anch'essa da verificare con analisi di approfondimento, della presenza di piccole quantità di *polisaccaridi* miscelati alla colla animale. I polisaccaridi costituiscono i componenti fondamentali del miele, della gomma arabica, della colla di pasta.

### Interpretazione dei risultati

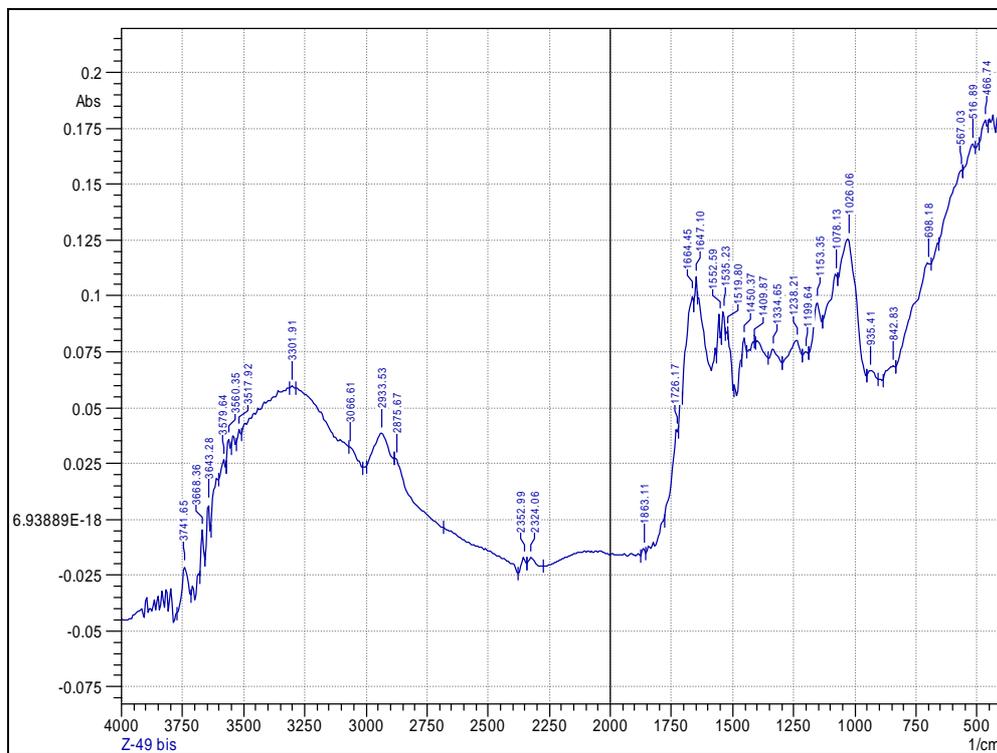
I risultati ottenuti indicano che la costanza organica che aderisce al retro della tela deriva sicuramente dalla stesura di una colla animale e non dall'applicazione di una colla di origine vegetale derivante dal trattamento di farine, amidi o gomme (ad es. gomma arabica).

Sebbene sia molto difficile, con la tecnica impiegata, individuare il tipo di colla animale utilizzata, si ritiene più probabile l'impiego di una colla ottenuta dai cascami di animali come ad esempio il maiale o il coniglio. La possibile presenza di polisaccaridi aggiunti alla colla, da verificare mediante analisi mirate (ad es. con H.P.L.C), potrebbe confermare una ricetta consigliata dal Secco Suardo per la preparazione di un adesivo per rifoderatura (G. Piva, 1959 <sup>7</sup>).

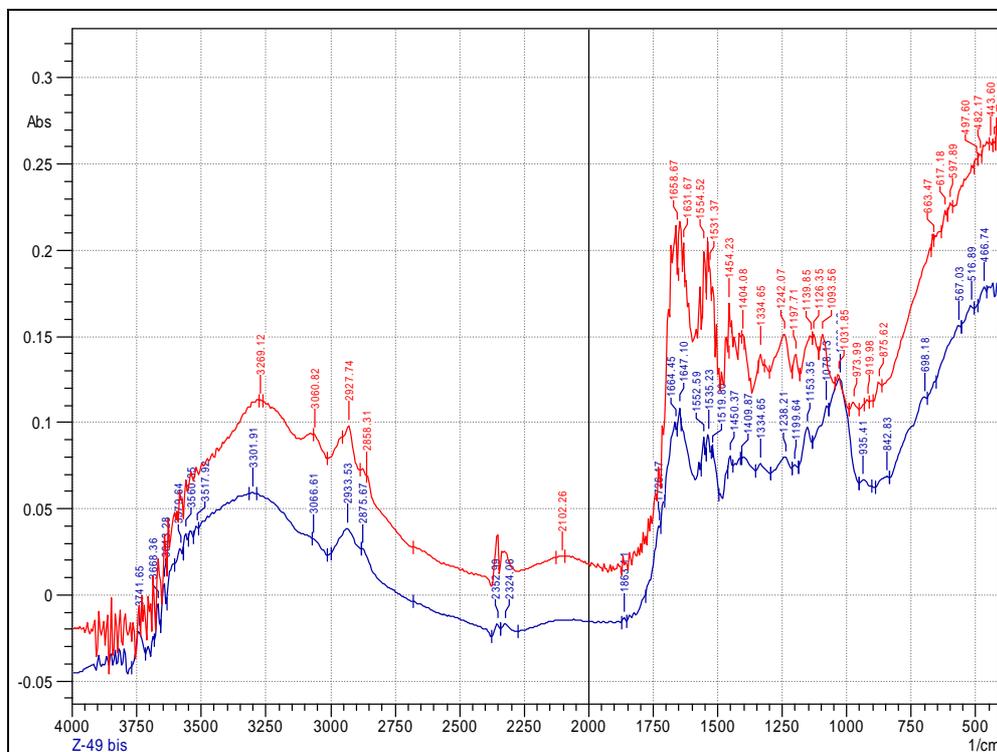
---

<sup>6</sup> Si veda ad es. quanto riportato in "Applicazioni della spettrofotometria IR allo studio dei Beni Culturali, di Imma Adrover Garcia, P. 30, Collana i Talenti, Il prato Ed. – Padova, 2001.

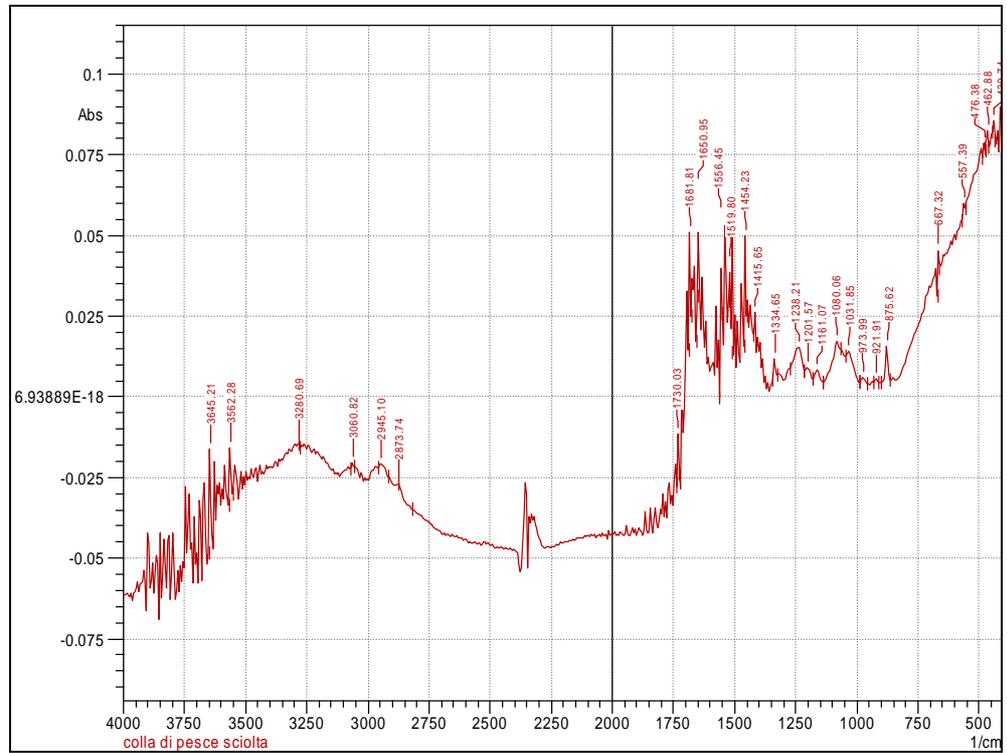
<sup>7</sup> Un adesivo suggerito da Secco Suardo per l'intelaggio veniva preparato mescolando 3 parti di colla ed 1 parte di miele. Cfr in G. Piva, L'Arte del restauro. Il restauro dei dipinti nel sistema antico e moderno secondo le opere di Secco – Suardo e del Prof. R. Mancina, p. 275, Ed. U. Hoepli – Milano 1988.



*Spettro FT-IR del campione.*



*Sovrapposizione degli spettri FT-IR del campione (blu) e della colla di coniglio (rosso).*



Spettro FT-IR della gelatina di pesce.