

## 4- I supporti per la “scrittura”: la vita e la memoria delle civiltà

### - Pittura e Scrittura

Introduzione

Pigmenti e coloranti

Le tecniche

### - La carta

Precursori

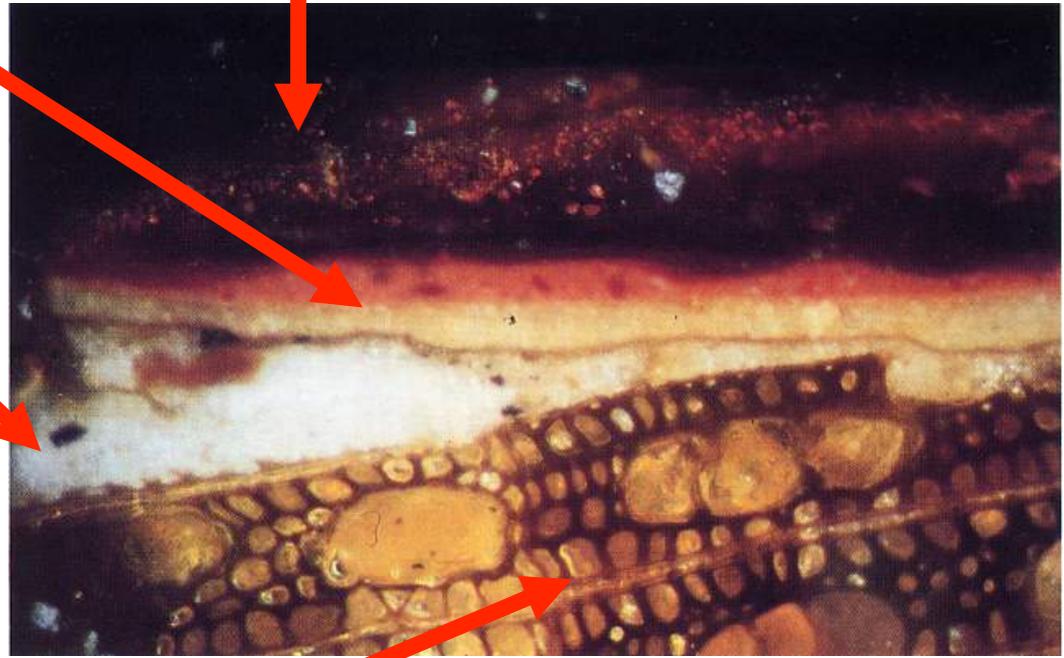
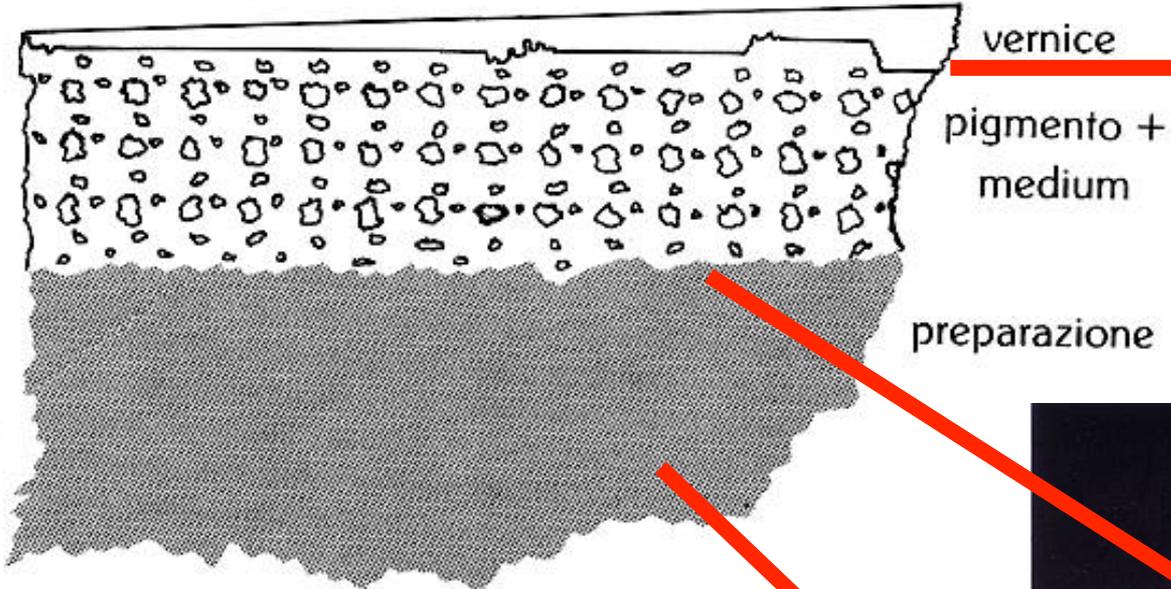
Processo

Materie prime

Cenni di degrado



# Introduzione

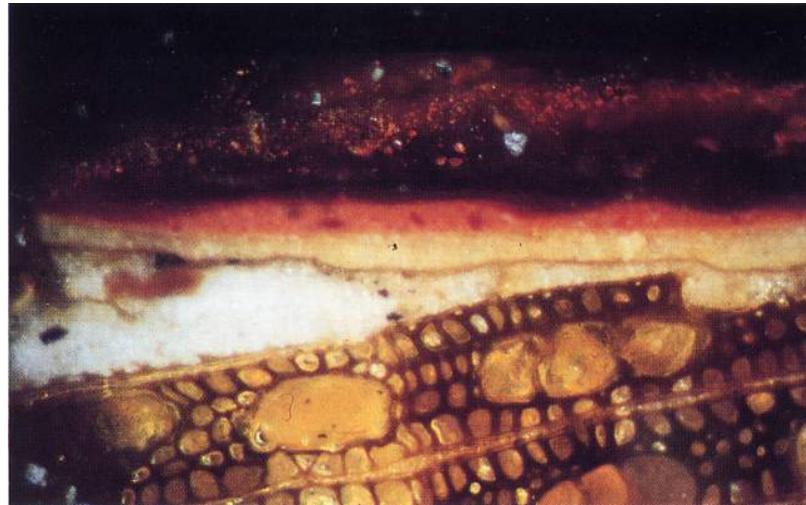


**Supporto**

Generalità

## Supporto

- Tavole
- Tavole telate
- Tele



- Carta e cartone
- Altro (lamine, lastre di vetri, opere scultoree, etc)

# I Materiali

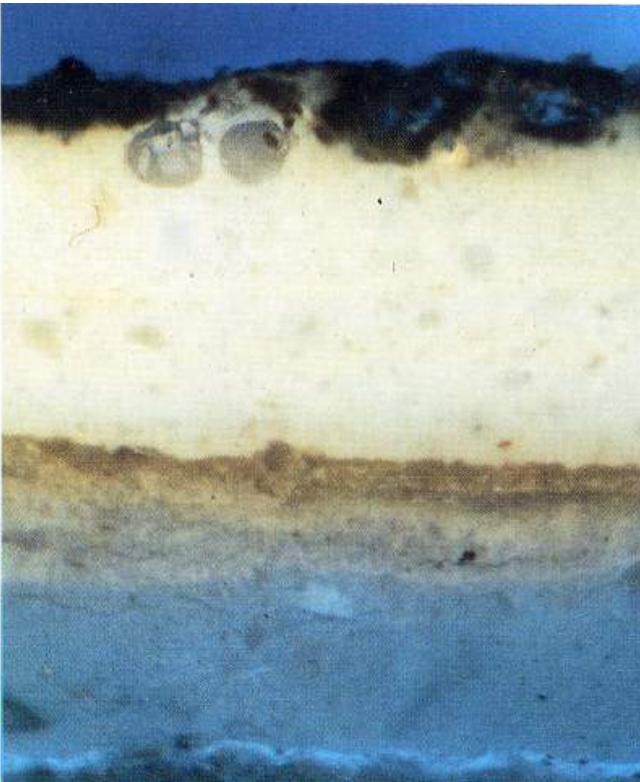
## Preparazioni (per tavola)

Composizione base delle preparazioni:

Colla animale +  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Oppure:

Colla animale +  $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  +  $\text{H}_2\text{O}$   $\rightarrow$  colla +  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



Seconda stesura

Prima stesura

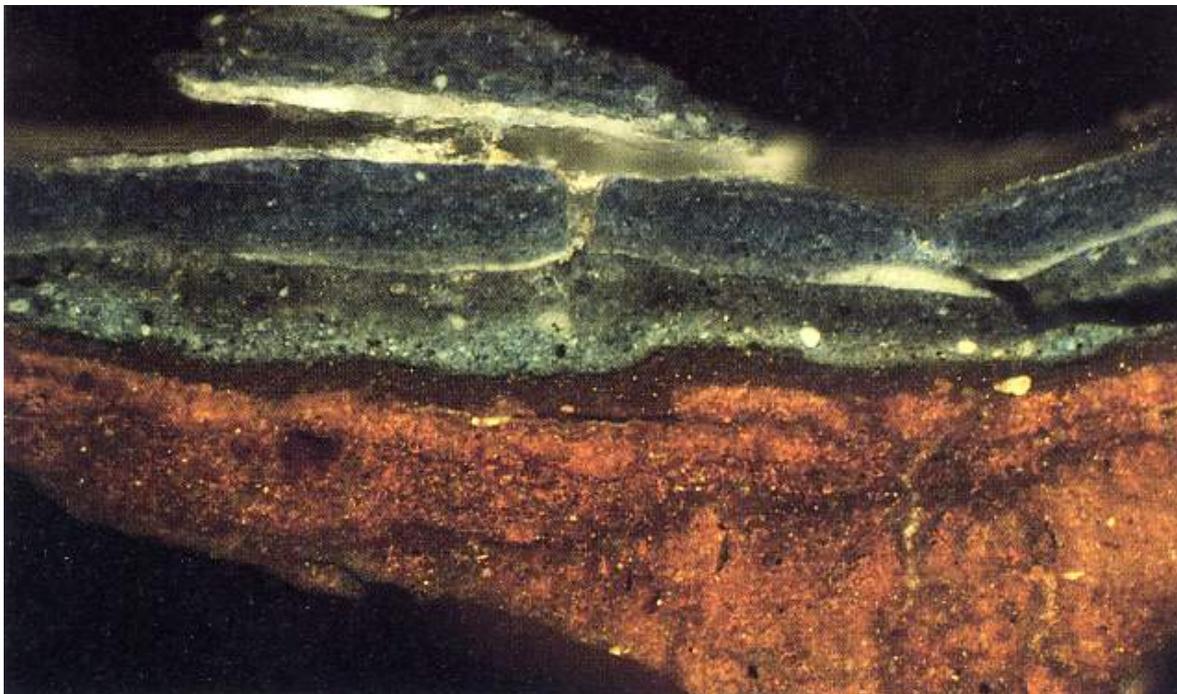
Colla +  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Colla

# I Materiali

## Preparazioni per tela:

- Spessori variabili
- Composizioni a base di: Composti inorganici, terre (argille colorate) leganti organici.
- Migliorano la compatibilità tra pellicola pittorica e tela.
- Imprimiture



Stesura

Imprimitura

Miscela di composti inorganici  
+ leganti organici

# I Materiali

## Preparazioni per tela:



# I Materiali

Studio di caso:

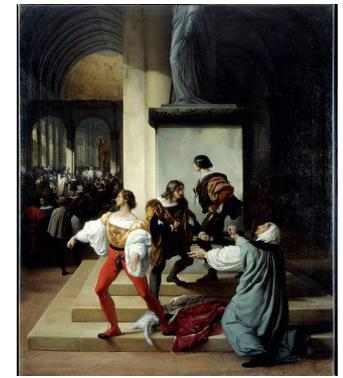
le preparazioni di F. Hayez



*Laoconte, 1812*



*Cupido, 1813/18*



*La congiura dei  
Lampugnani, 1826/29*



*I consoli milanesi lacerano il  
Decreto del Barbarossa, 1834/59*



*Sant' Ambrogio ricusa l'entrata  
nel tempio a Teodosio, 1834/50*



*Rebecca al pozzo,  
1848*



*Nudo di donna sdraiata, 1860*



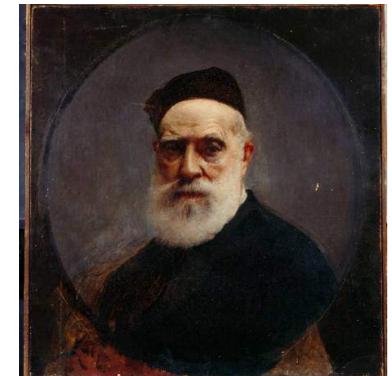
*Bianca Cappello  
abbandona  
la casa paterna, 1870*



*Giulio Cesare in Senato, 1870*



*Autoritratto, 1872*



*Autoritratto, 1879*

# I Materiali

## Studio di caso: le preparazioni di F. Hayez



*Laocönte* – 1812



*La congiura dei Lampugnani*  
1826 – 1829

# I Materiali

## Studio di caso: le preparazioni di F. Hayez



*Giulio Cesare in Senato,  
1870*

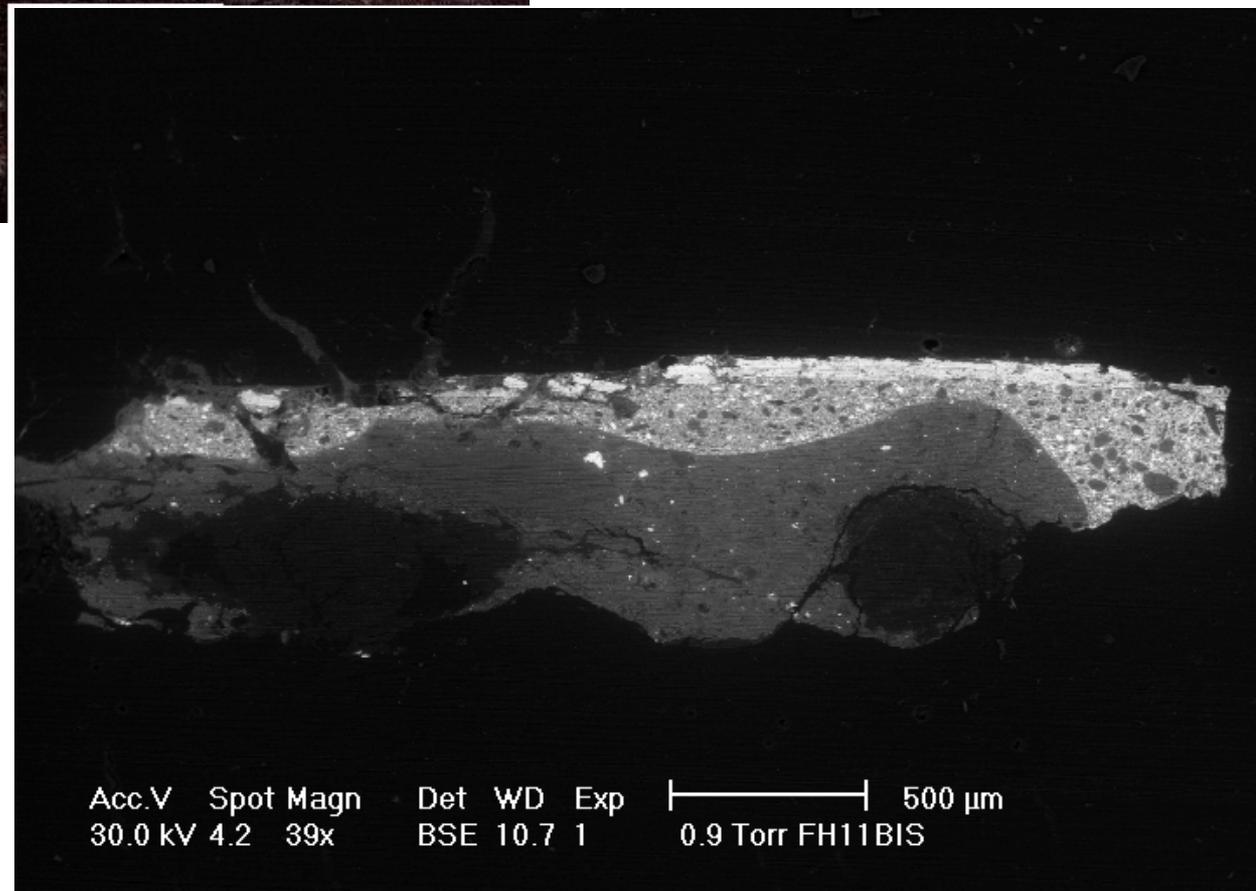
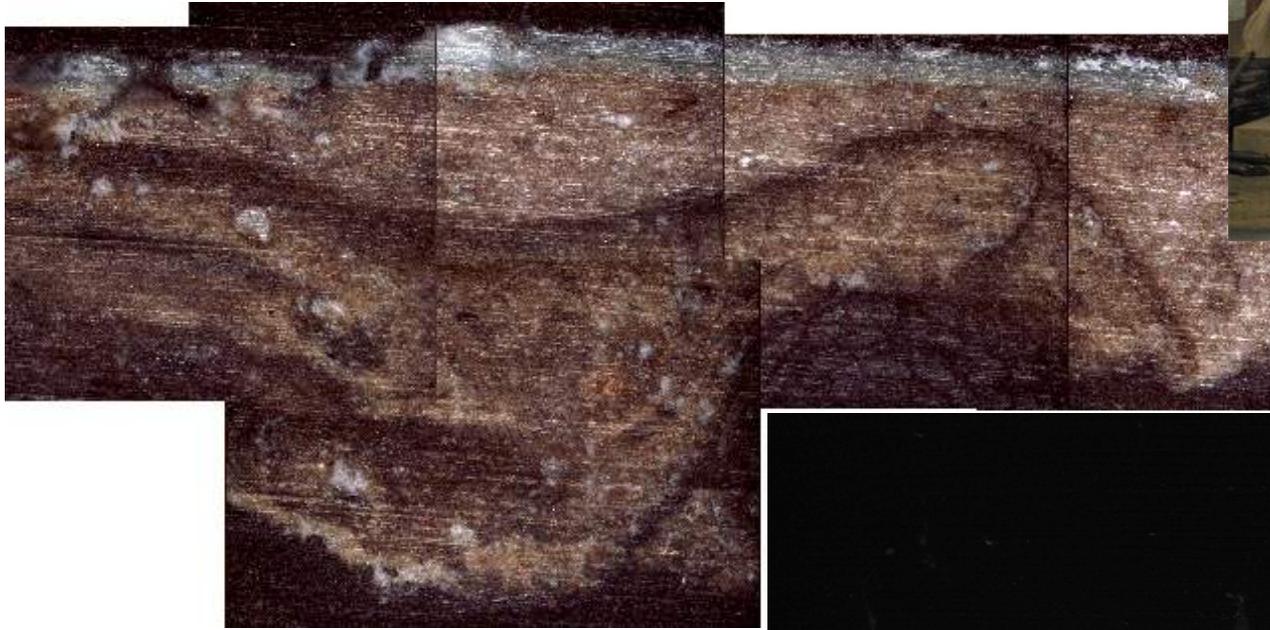


*Autoritratto, 1872*



*Autoritratto , 1879*

## Studio di caso: le preparazioni di F. Hayez



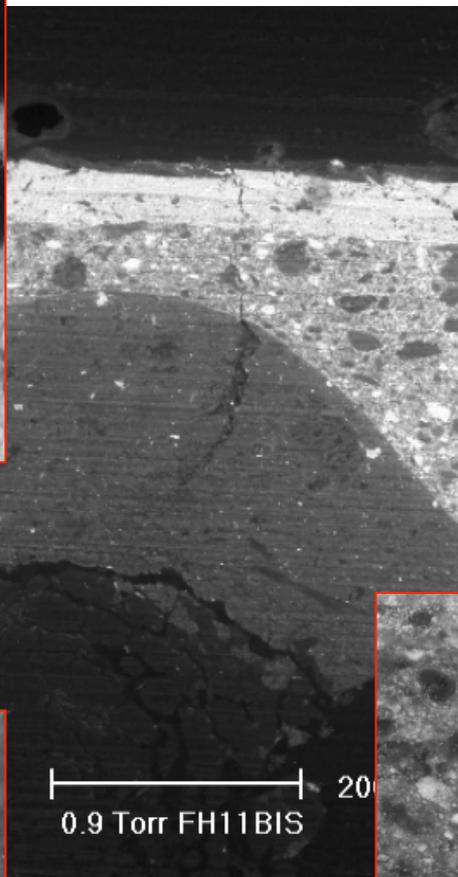
Acc.V Spot Magn Det WD Exp  
30.0 kV 4.2 39x BSE 10.7 1

500 µm  
0.9 Torr FH11BIS

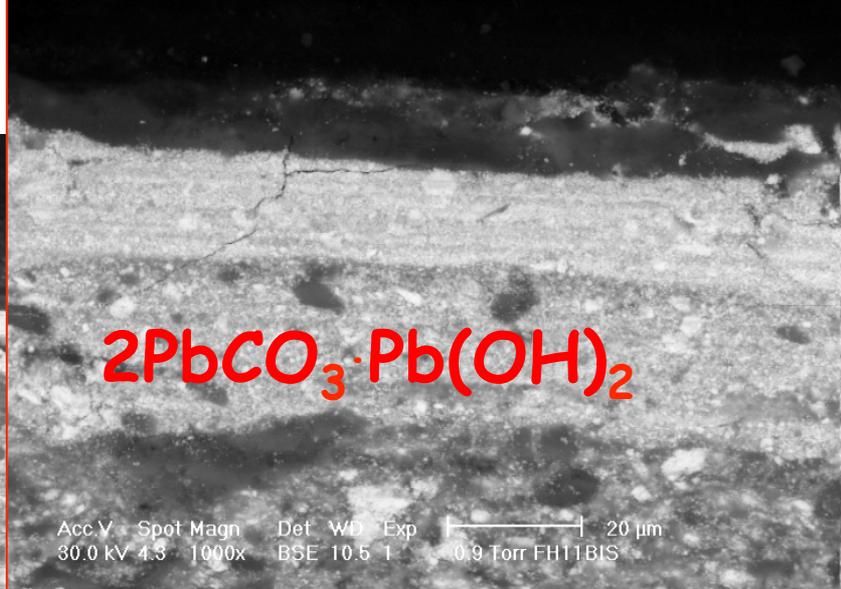


**STRATO PITTORICO**

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 5 μm  
30.0 kV 4.2 4000x BSE 10.5 1 0.9 Torr FH10

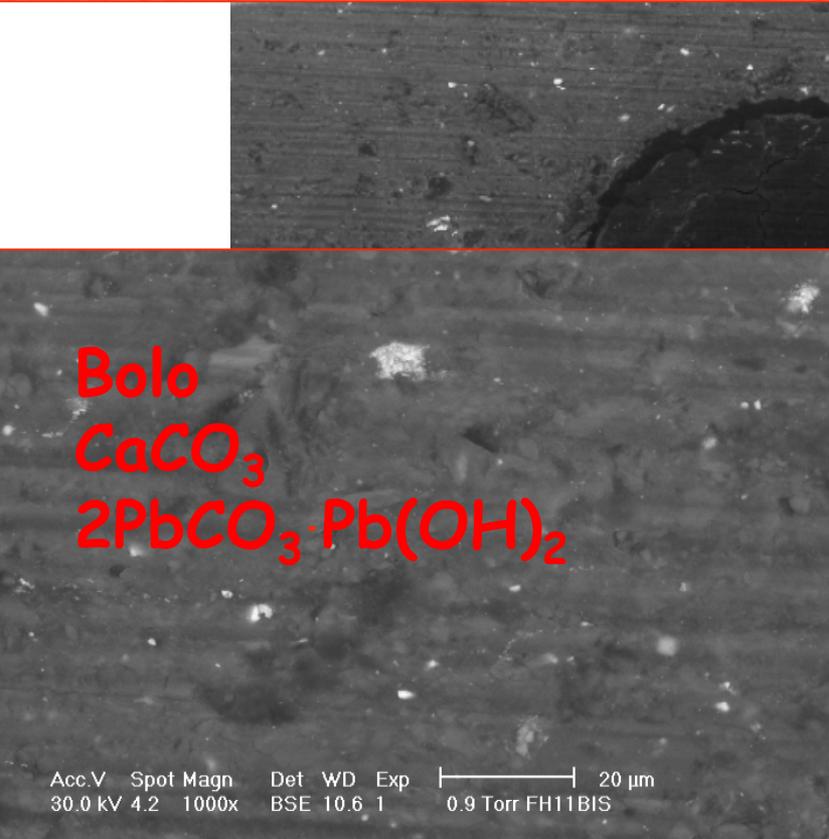


|-----| 20  
0.9 Torr FH11BIS



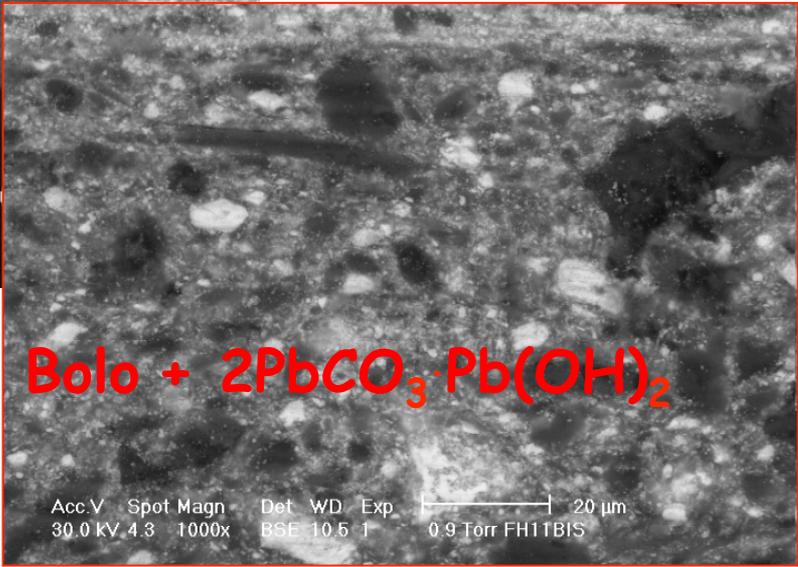
**$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$**

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 μm  
30.0 kV 4.3 1000x BSE 10.5 1 0.9 Torr FH11BIS



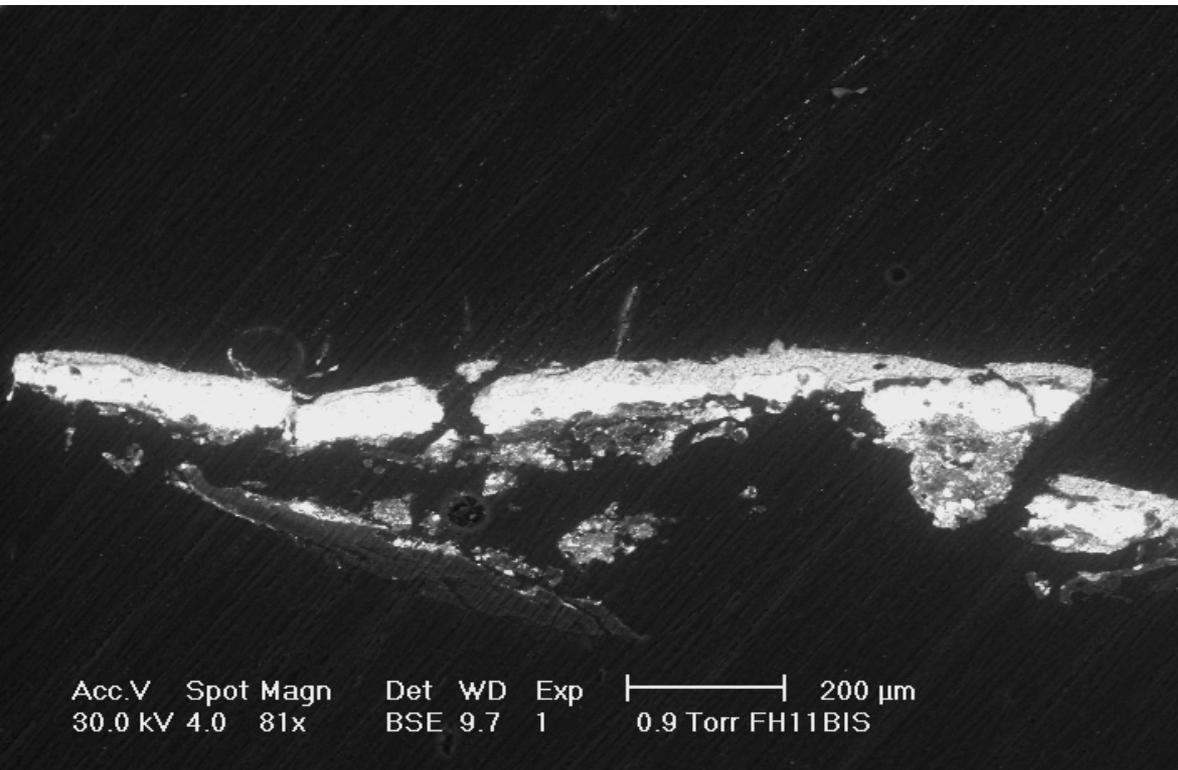
**Bolo  
 $\text{CaCO}_3$   
 $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$**

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 μm  
30.0 kV 4.2 1000x BSE 10.6 1 0.9 Torr FH11BIS

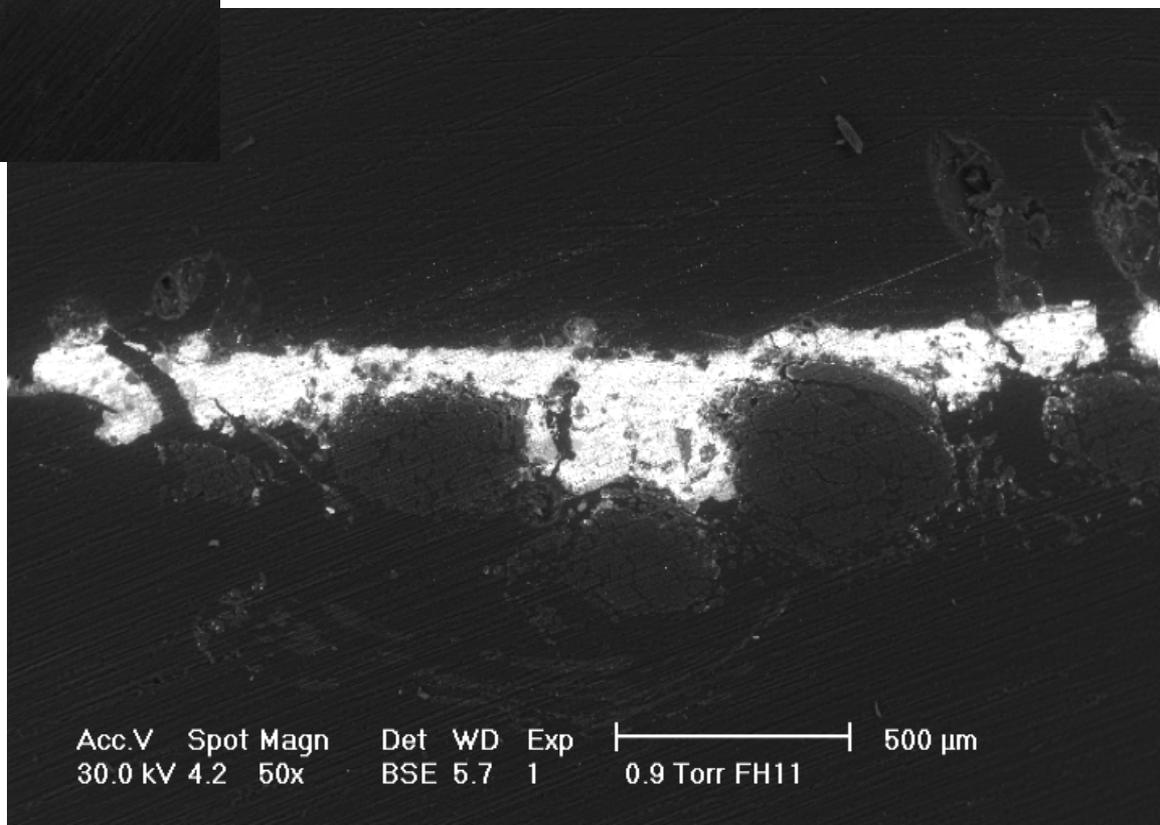


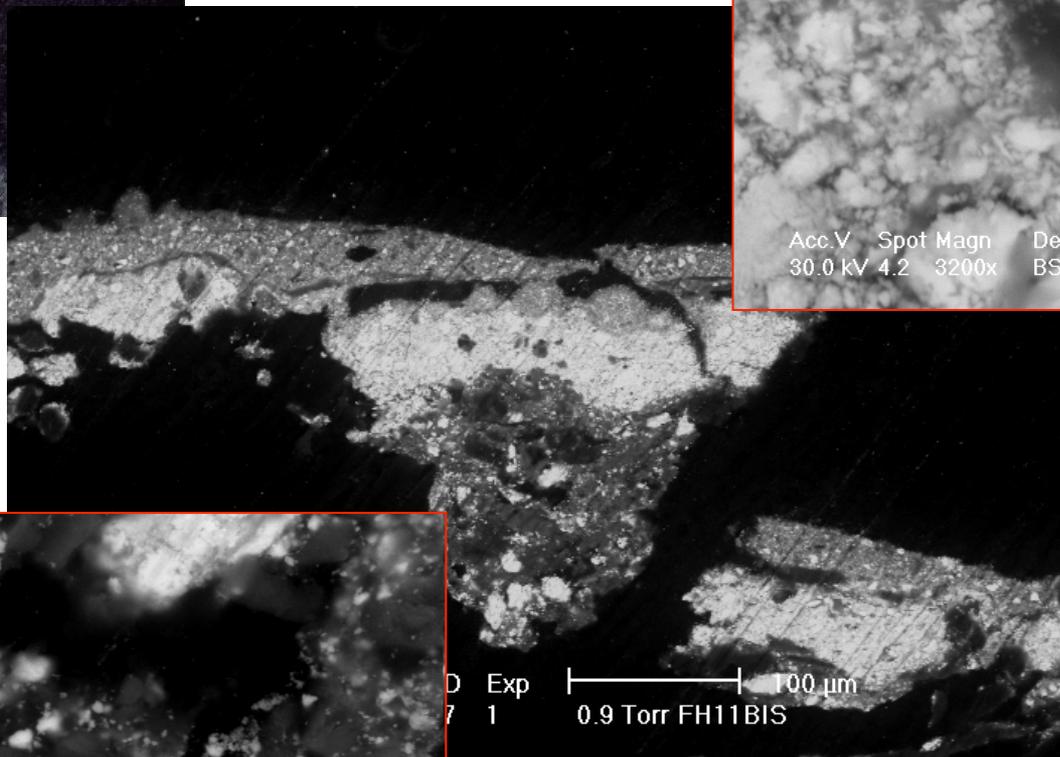
**Bolo +  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$**

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 μm  
30.0 kV 4.3 1000x BSE 10.5 1 0.9 Torr FH11BIS

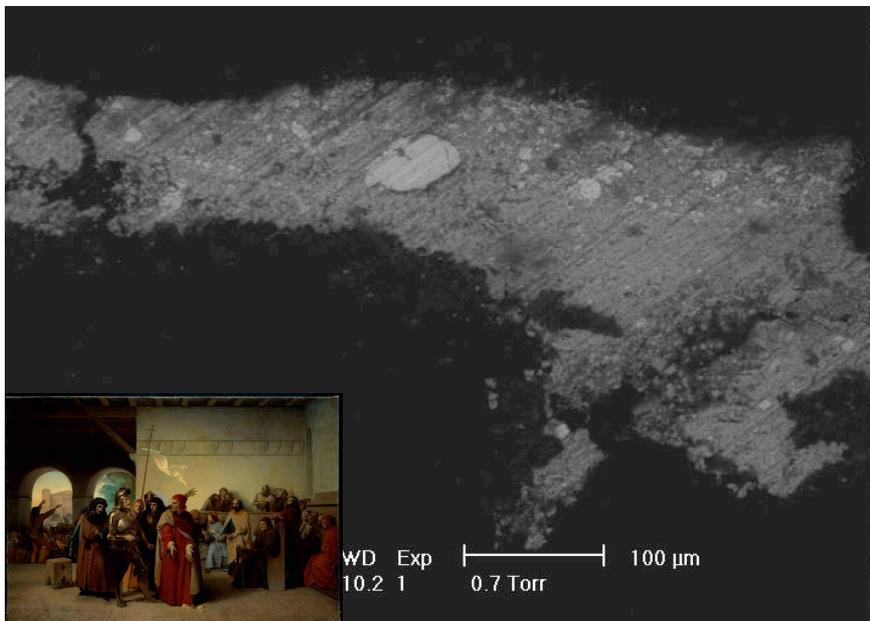


**F. Hayez - La congiura dei Lampugnani**  
- 1826

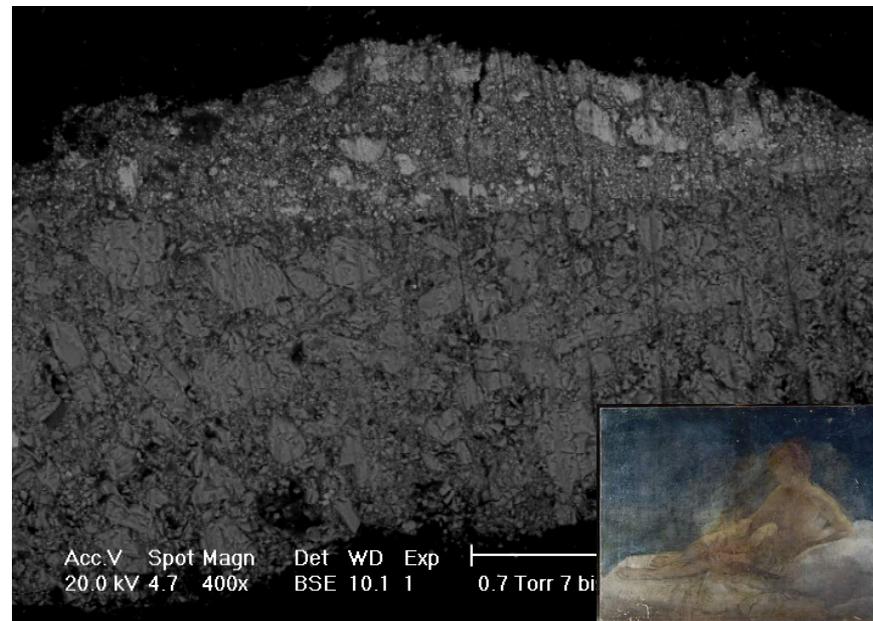




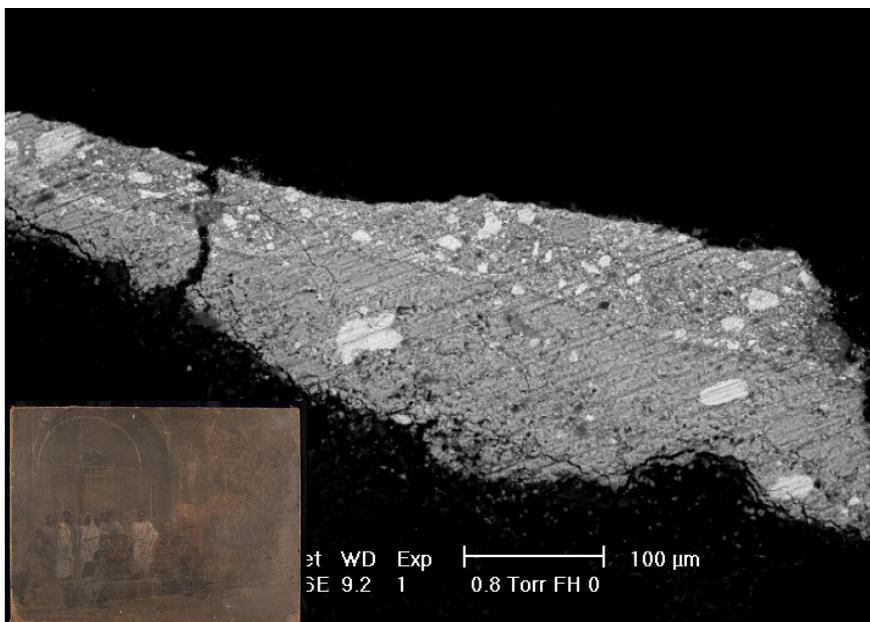
**F. Hayez** - La congiura dei Lampugnani  
- 1826



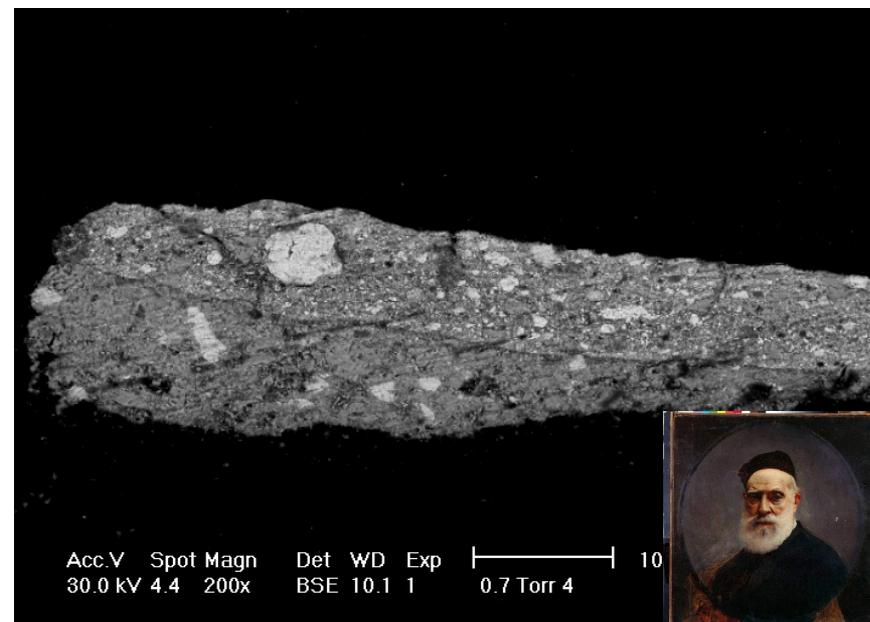
I consoli milanesi.... - 1834



Nudo di donna sdraiata - 1860



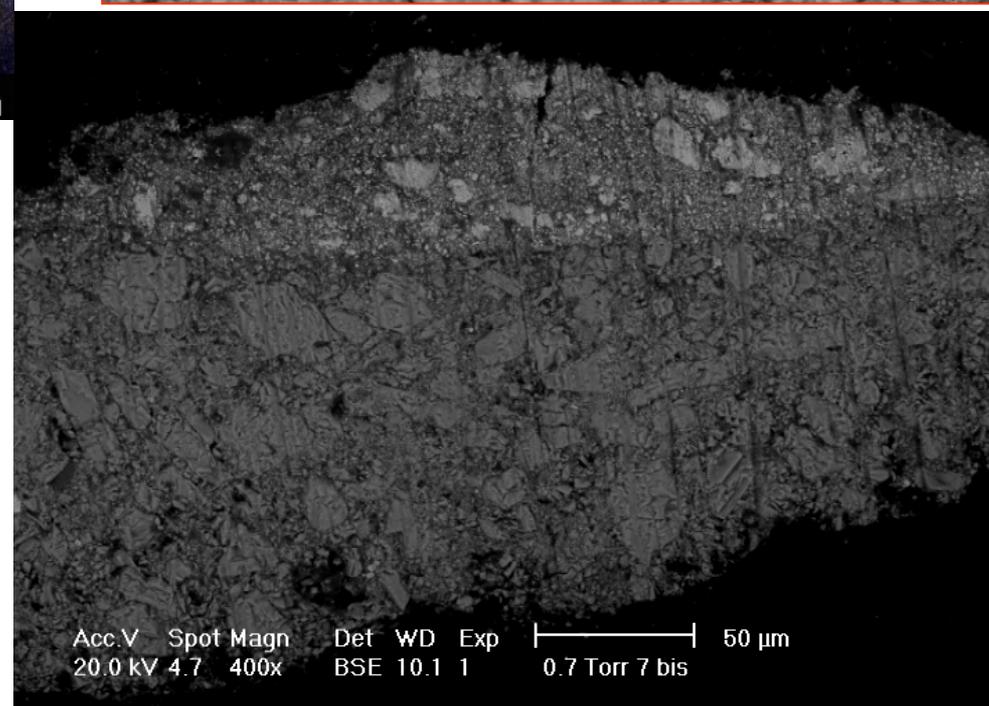
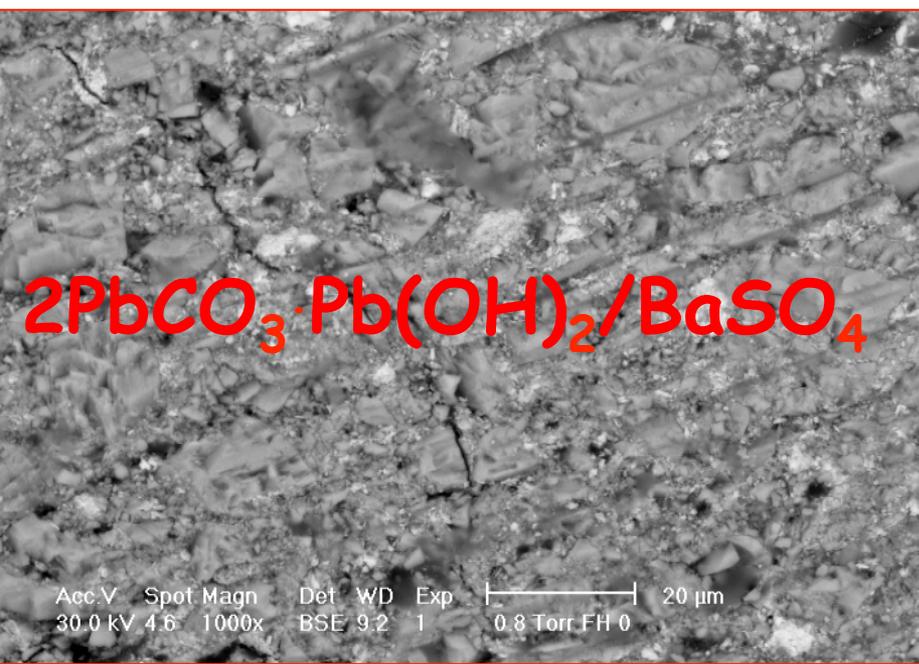
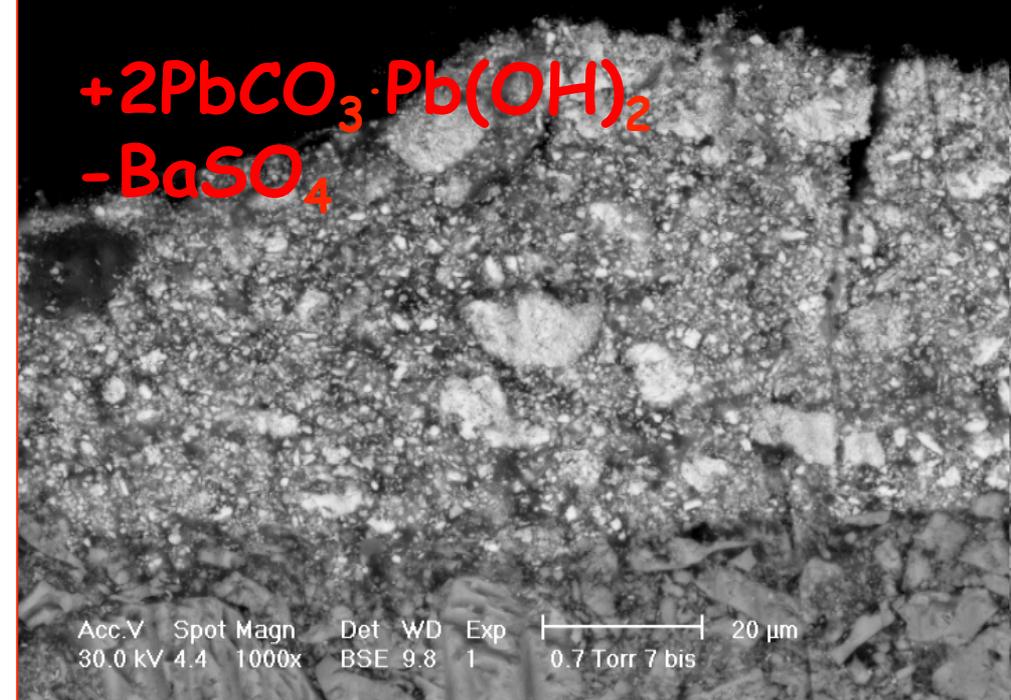
Giulio Cesare in senato - 1870



Autoritratto - 1879

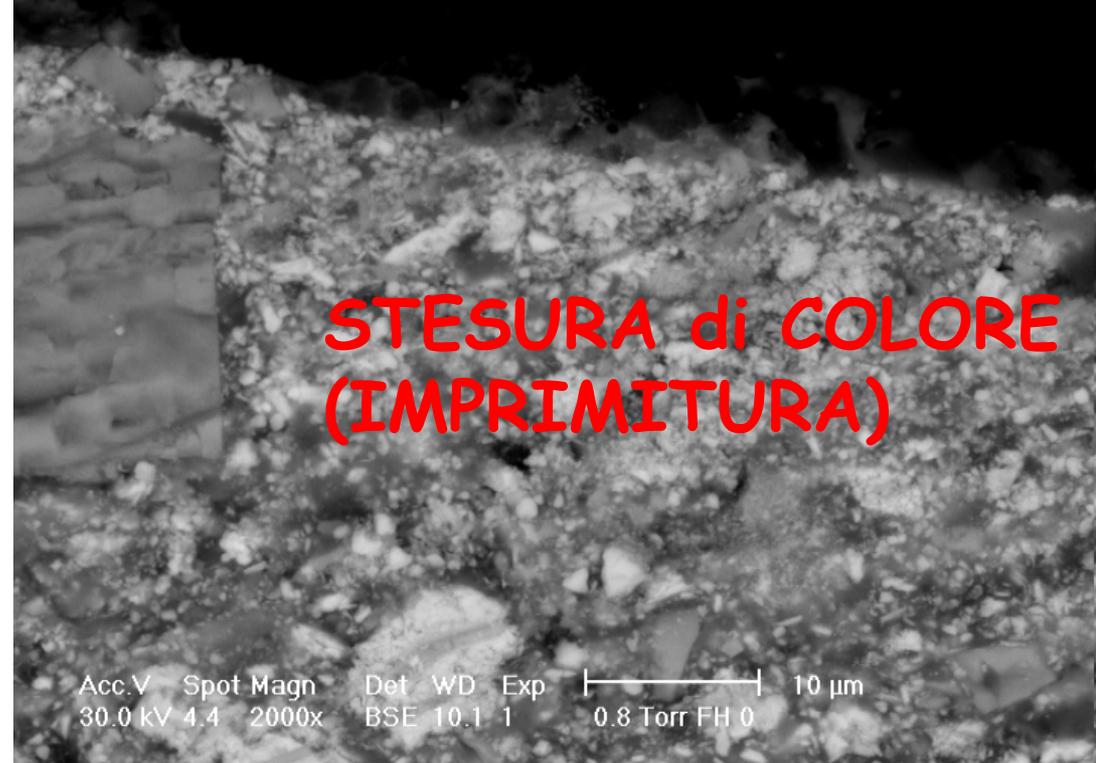
# I Materiali

Nudo di donna sdraiata - 1860





I consoli milanesi.... - 1870



**STESURA di COLORE  
(IMPRIMITURA)**

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 10 µm  
30.0 kV 4.4 2000x BSE 10.1 1 0.8 Torr FH 0



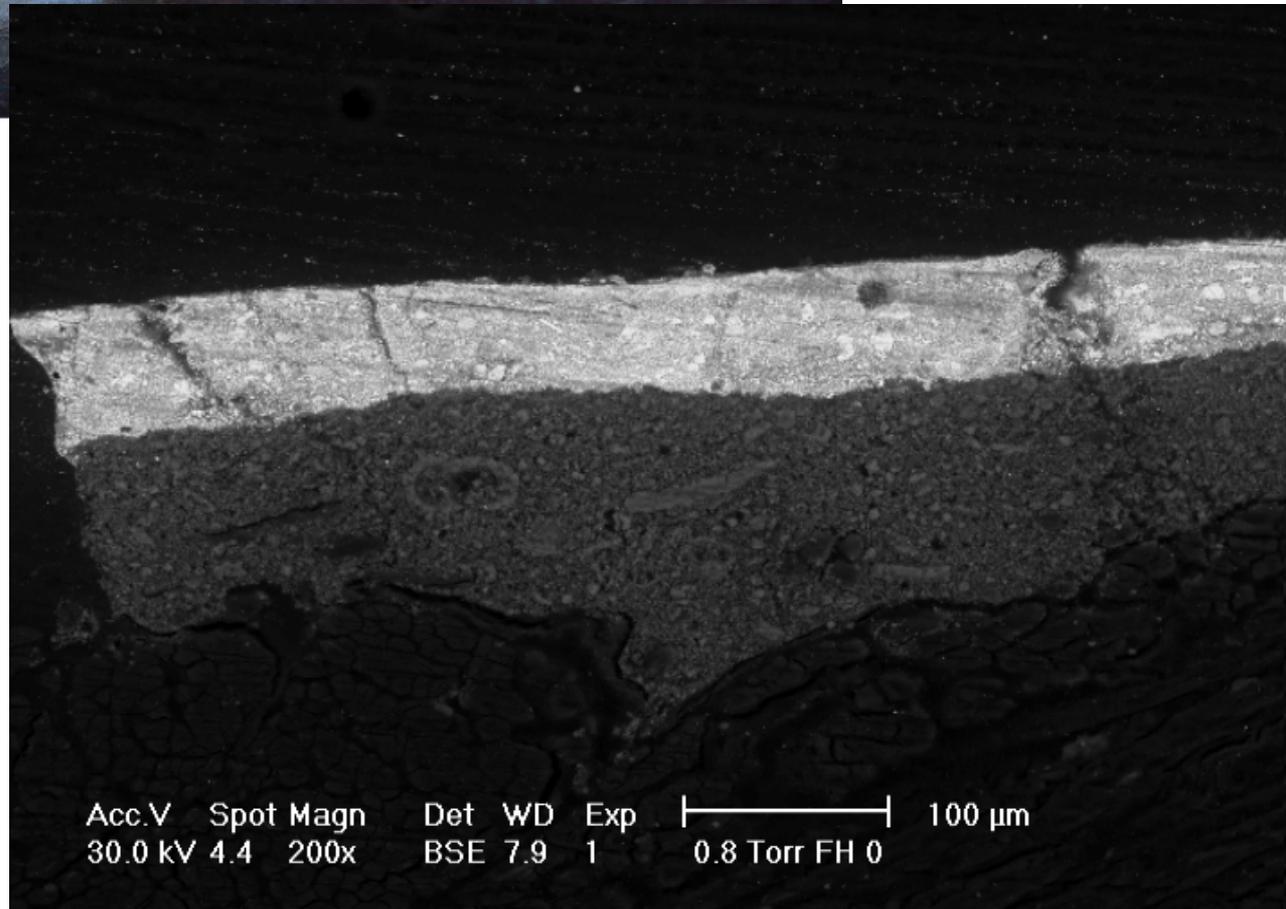
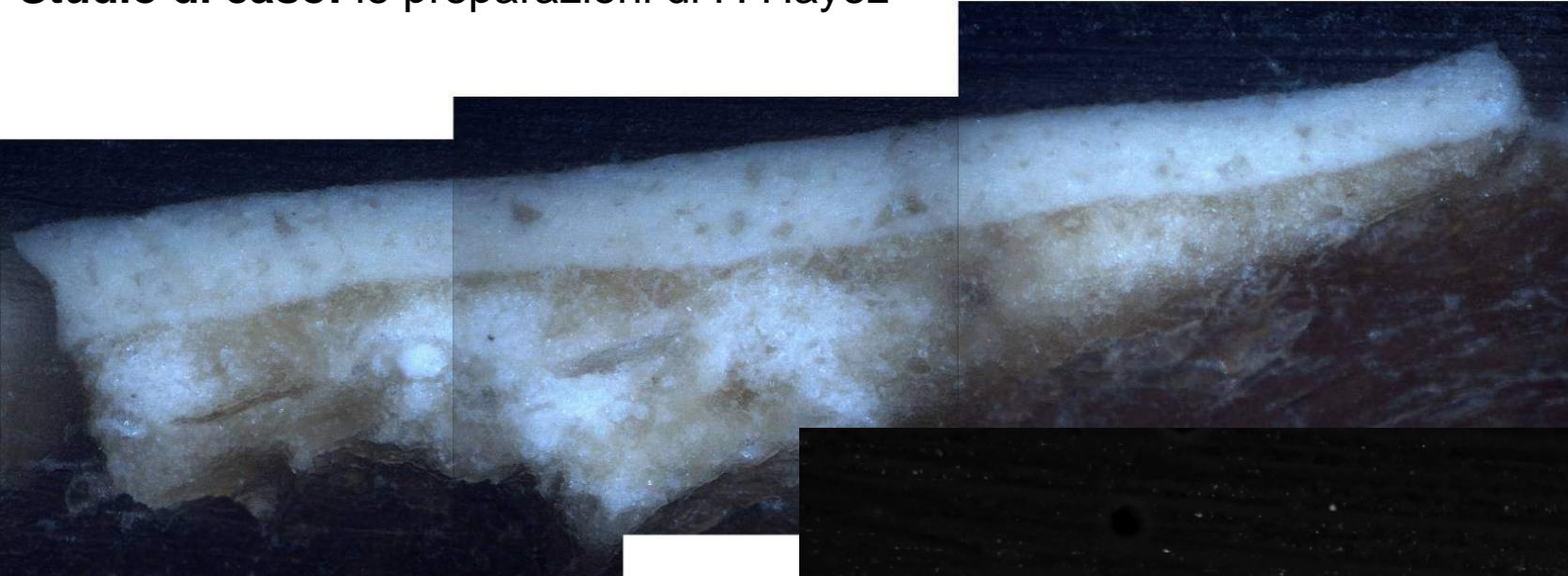
**STRATO PITTORICO**

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 20 µm  
30.0 kV 4.2 1600x BSE 10.2 1 0.9 Torr FH8BIS

Giulio Cesare in Senato - 1870



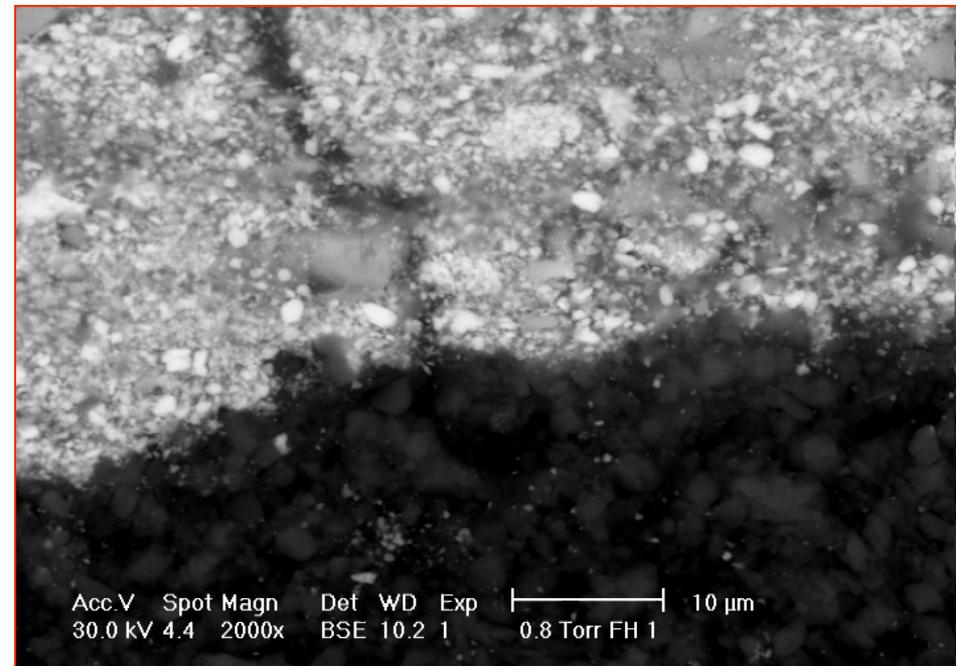
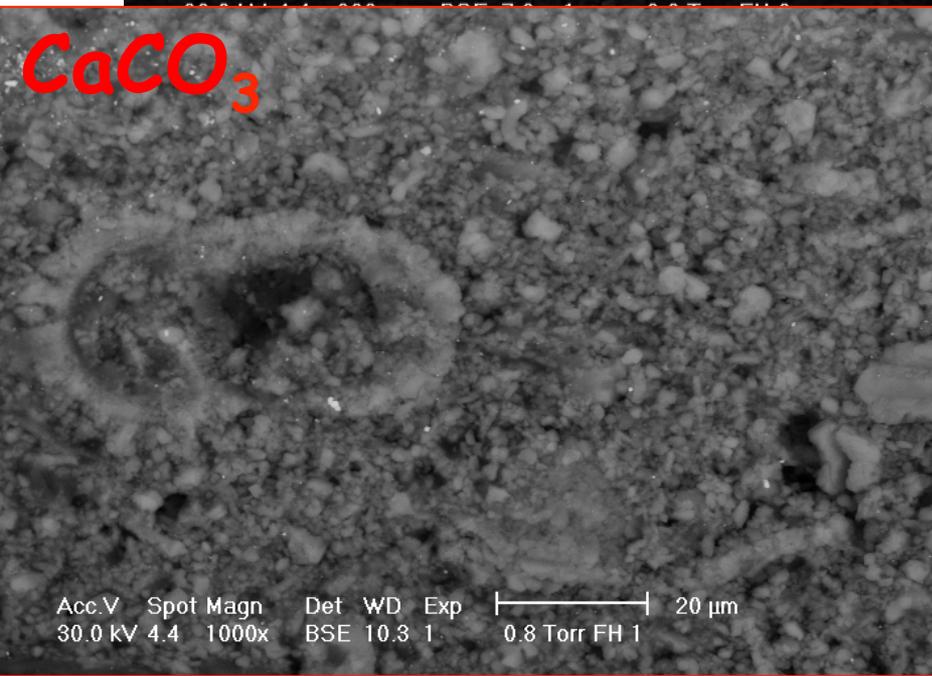
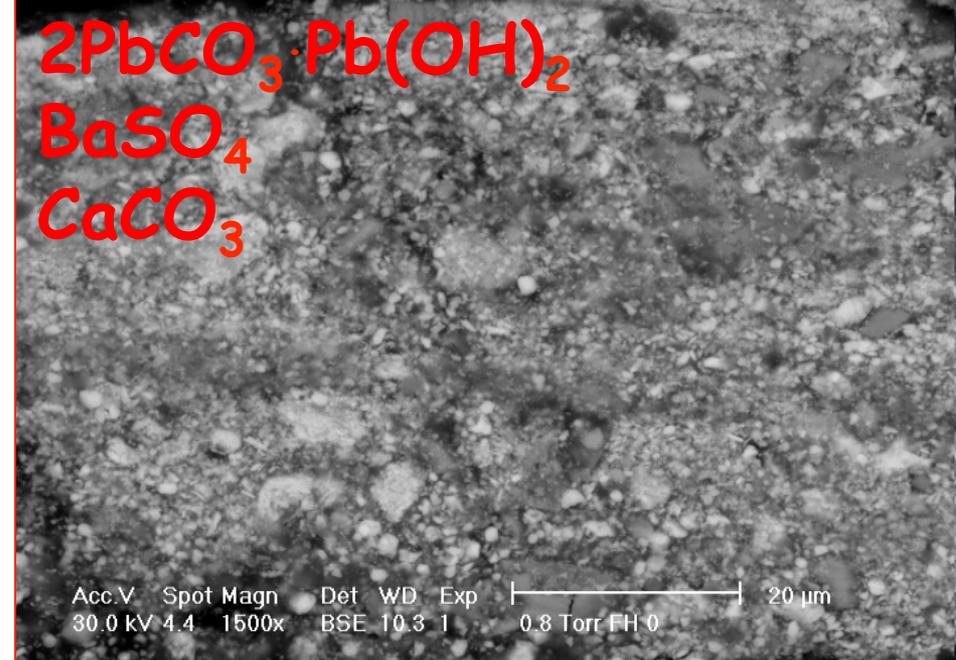
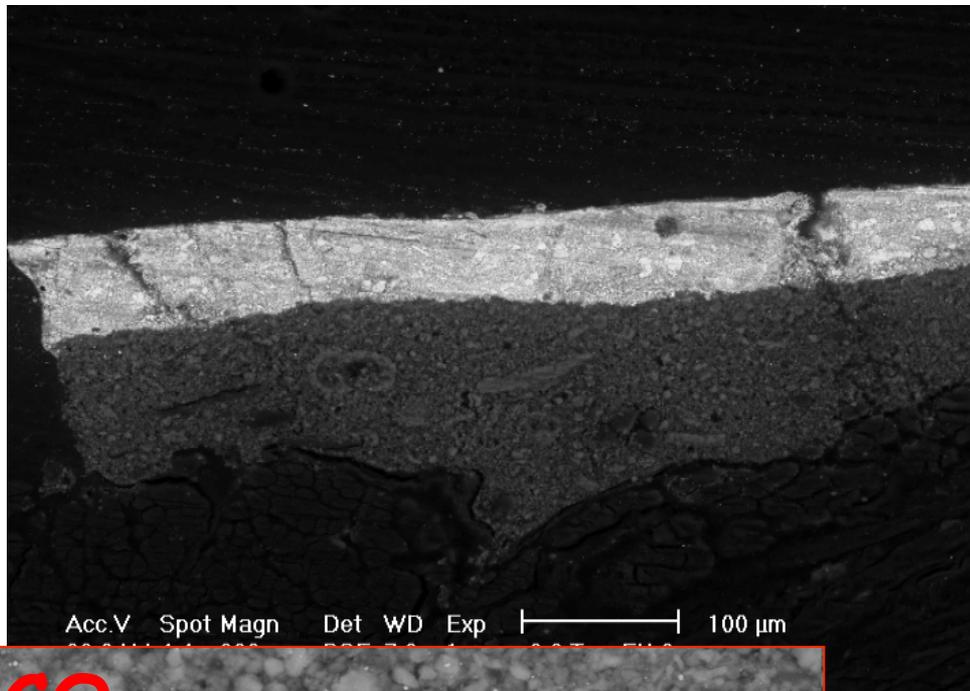
## Studio di caso: le preparazioni di F. Hayez



**F. Hayez**

Autoritratto - 1872

## Studio di caso: le preparazioni di F. Hayez

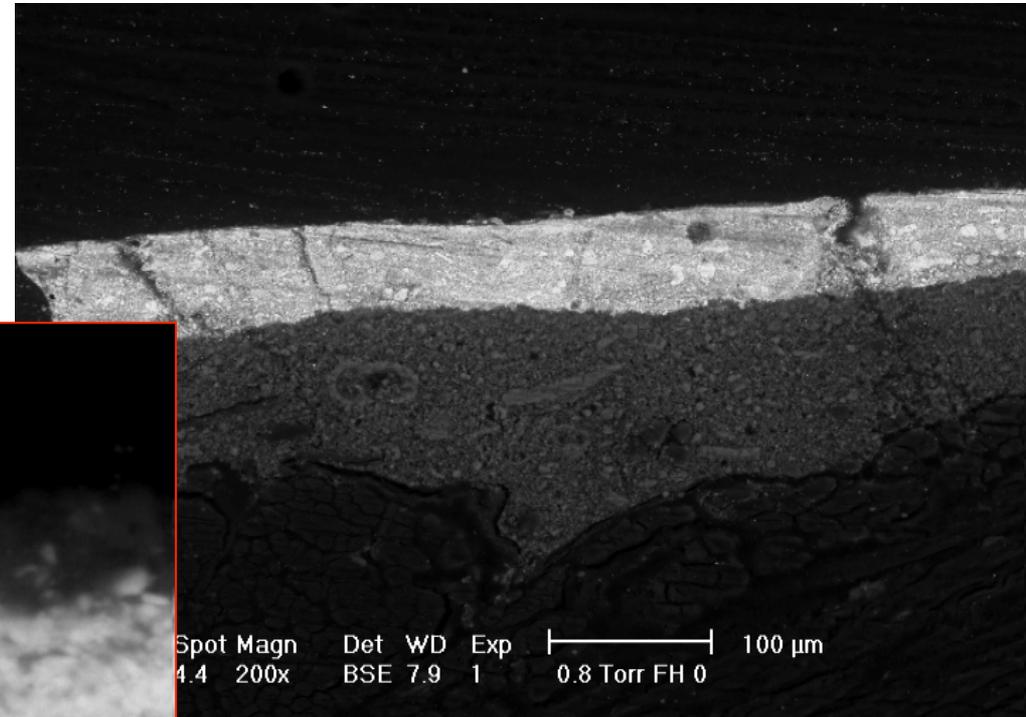
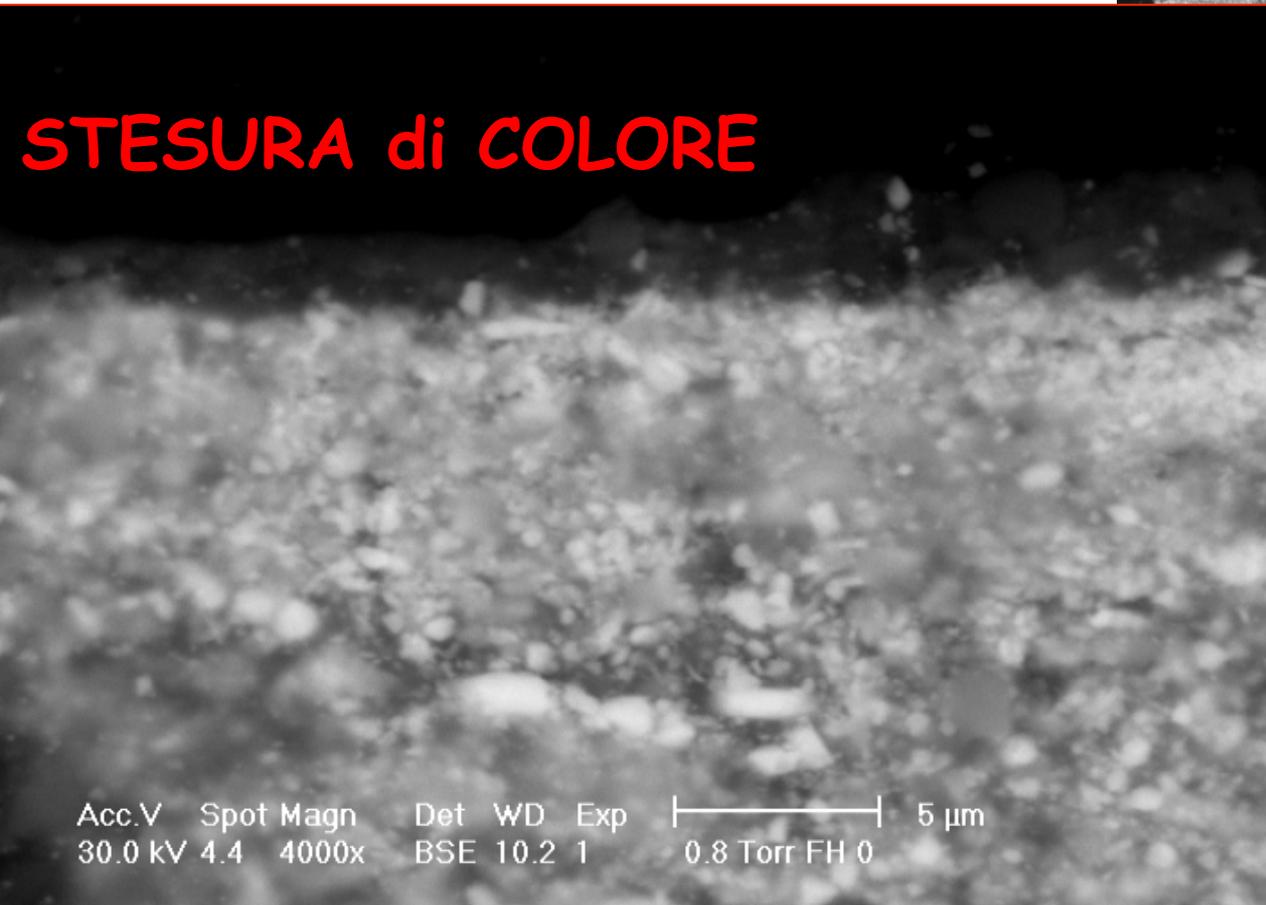


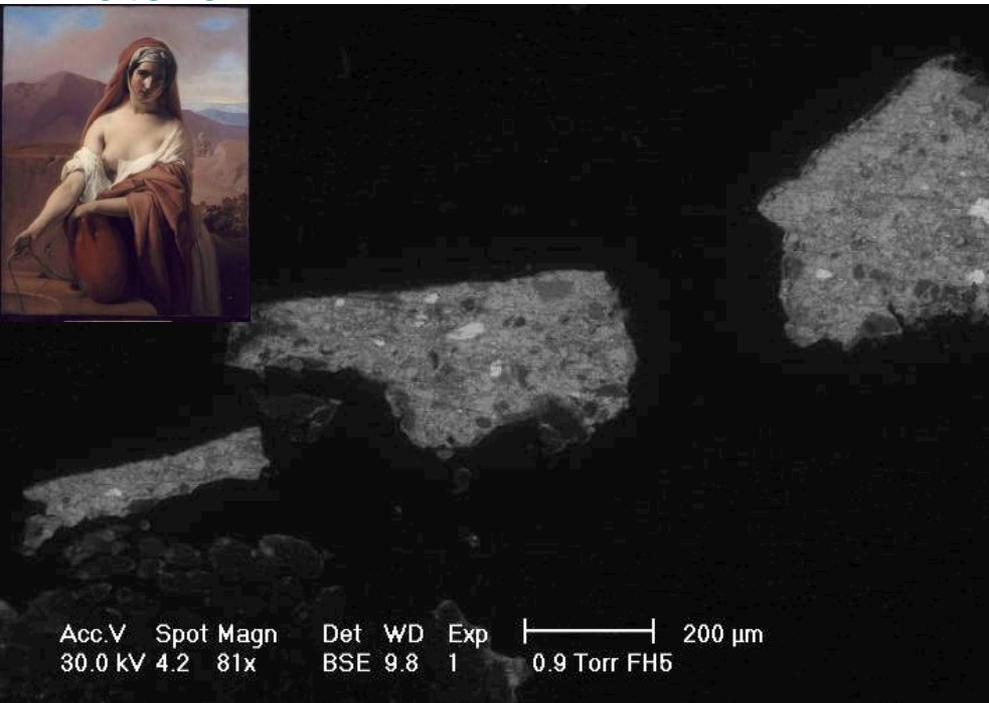
Autoritratto - 1872

## Studio di caso: le preparazioni di F. Hayez

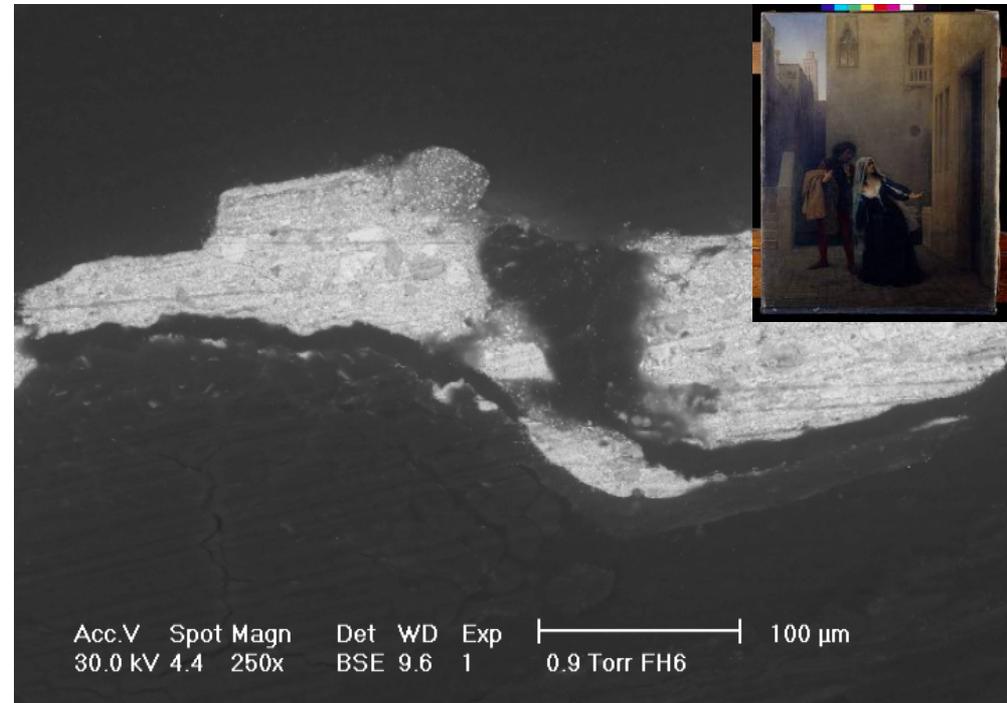
Autoritratto - 1872

**STESURA di COLORE**

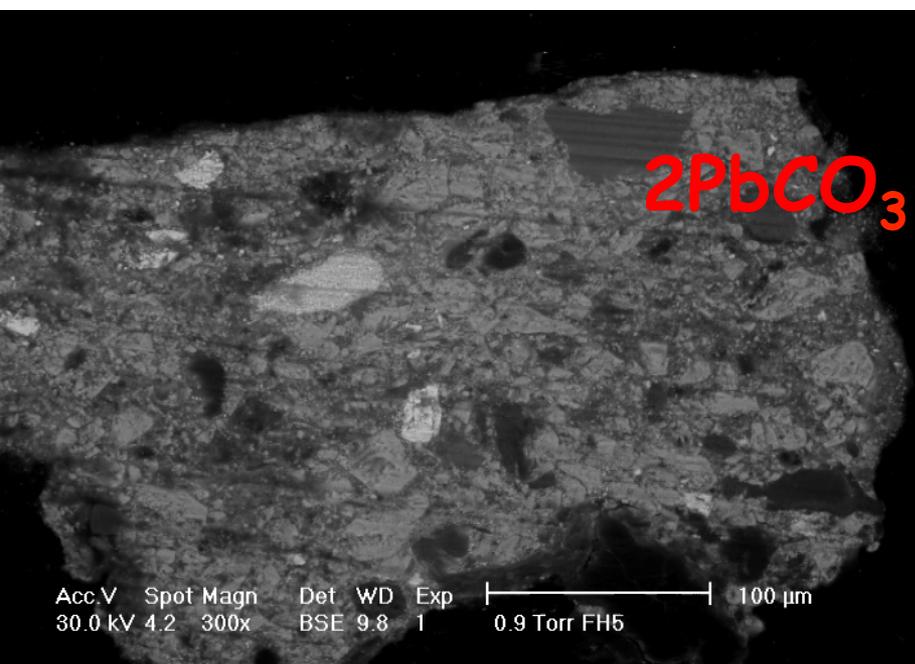




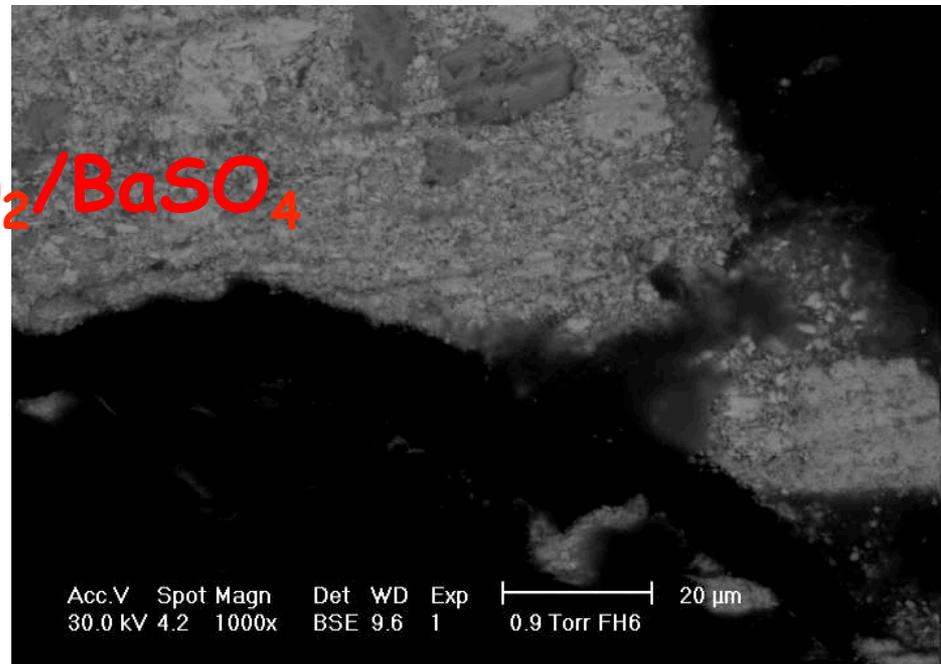
Rebecca al pozzo - 1848

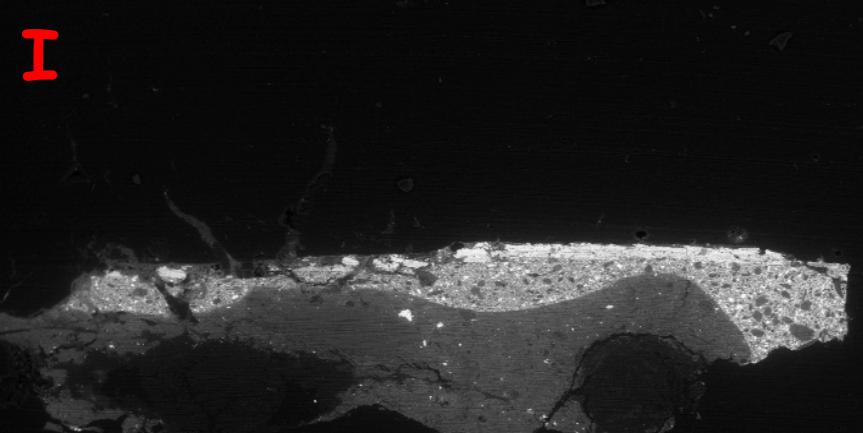


Bianca Cappello... - 1870

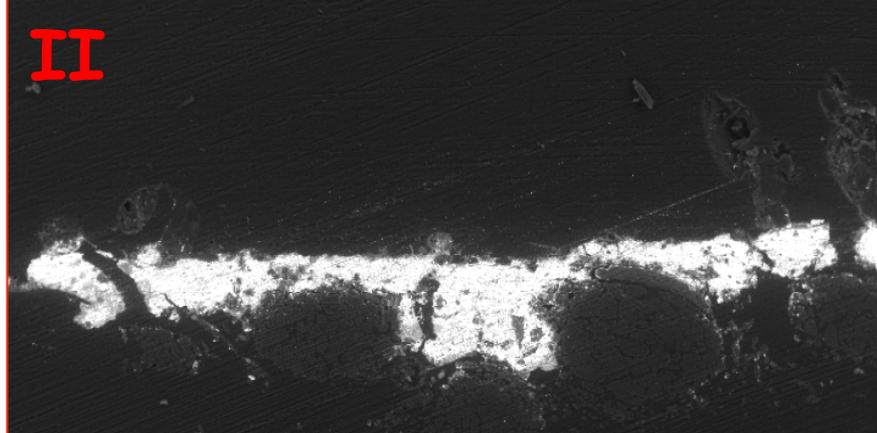


F. Hayez

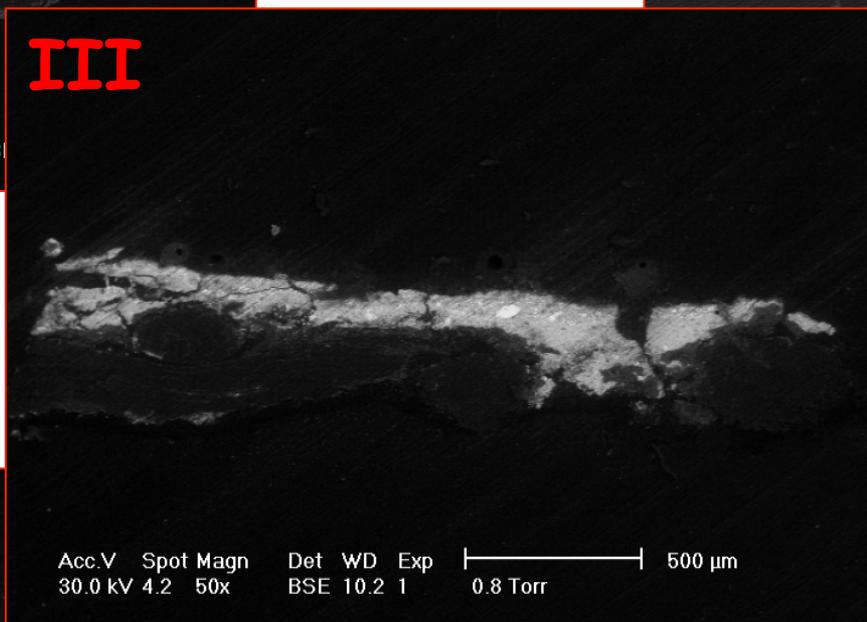




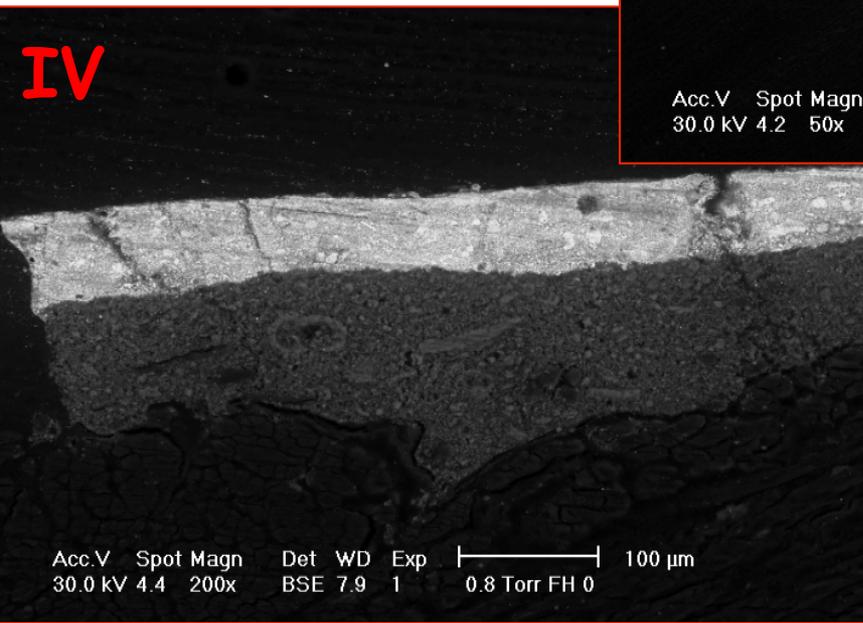
I  
Acc.V Spot Magn Det WD Exp  
30.0 kV 4.2 39x BSE 10.7 1  
0.9 Torr FH11B



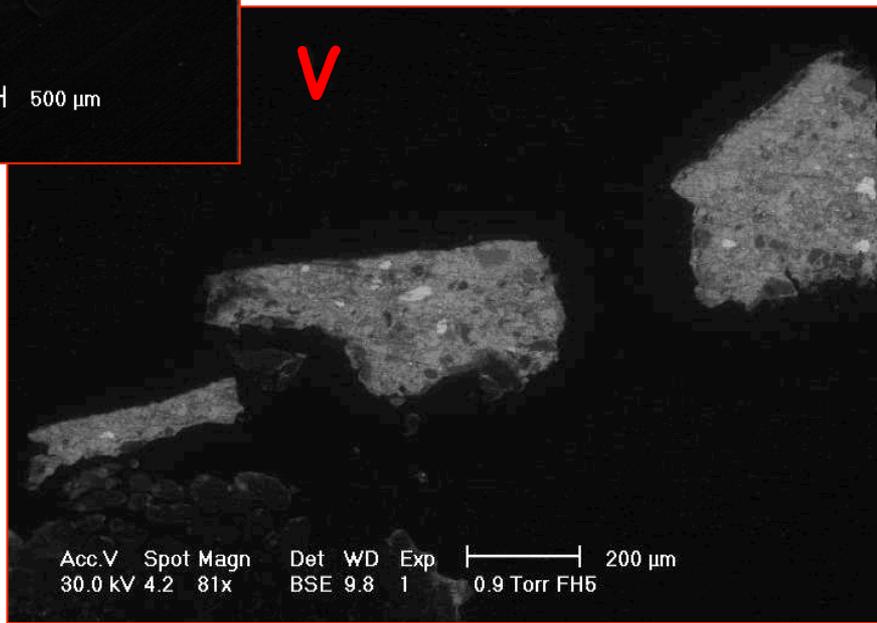
II  
Det WD Exp  
BSE 5.7 1 500 μm  
0.9 Torr FH11



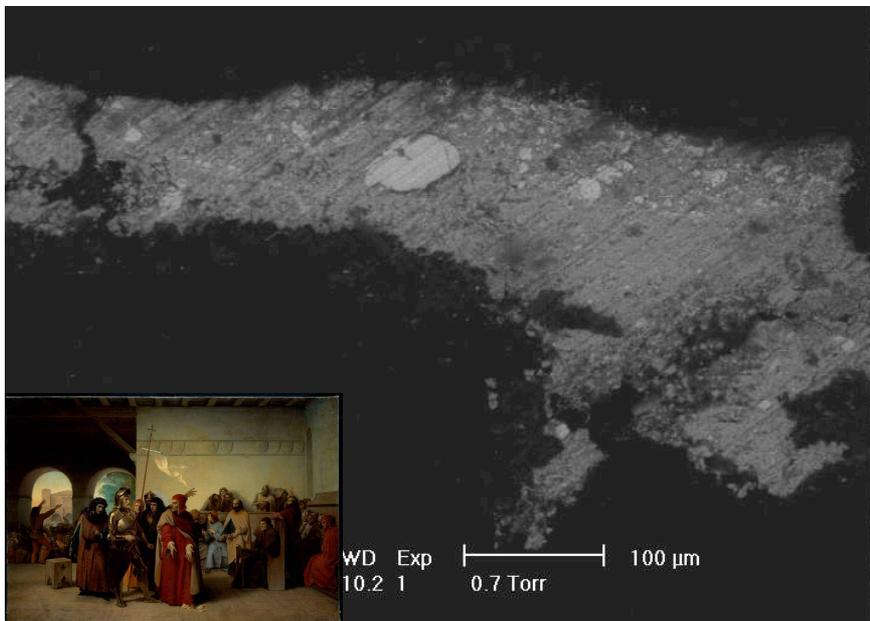
III  
Acc.V Spot Magn Det WD Exp  
30.0 kV 4.2 50x BSE 10.2 1  
0.8 Torr 500 μm



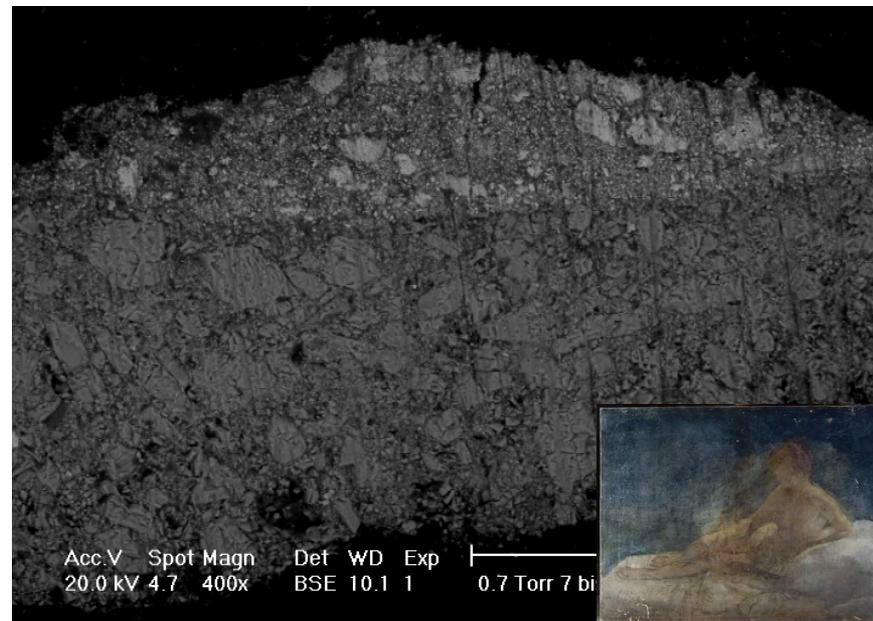
IV  
Acc.V Spot Magn Det WD Exp  
30.0 kV 4.4 200x BSE 7.9 1  
0.8 Torr FH 0 100 μm



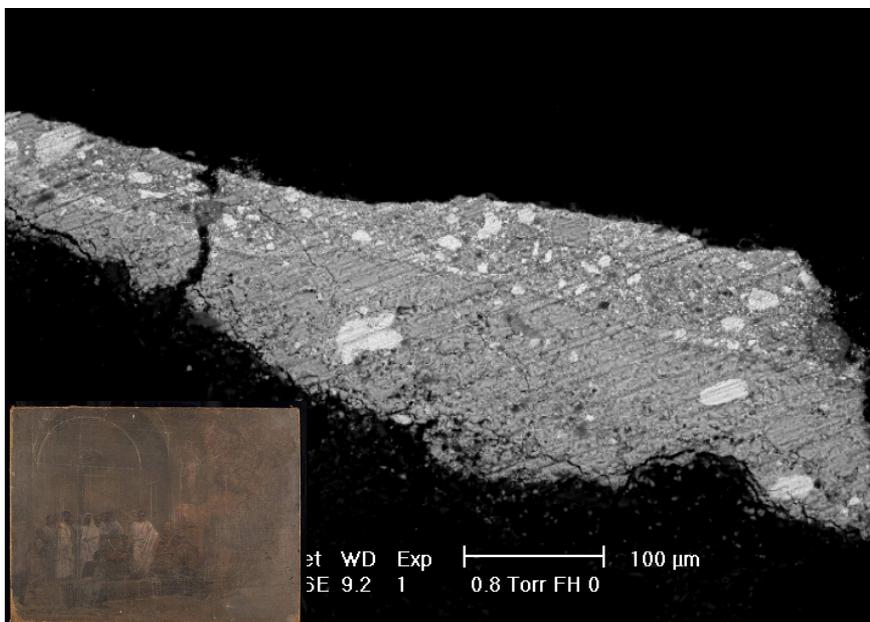
V  
Acc.V Spot Magn Det WD Exp  
30.0 kV 4.2 81x BSE 9.8 1  
0.9 Torr FH5 200 μm



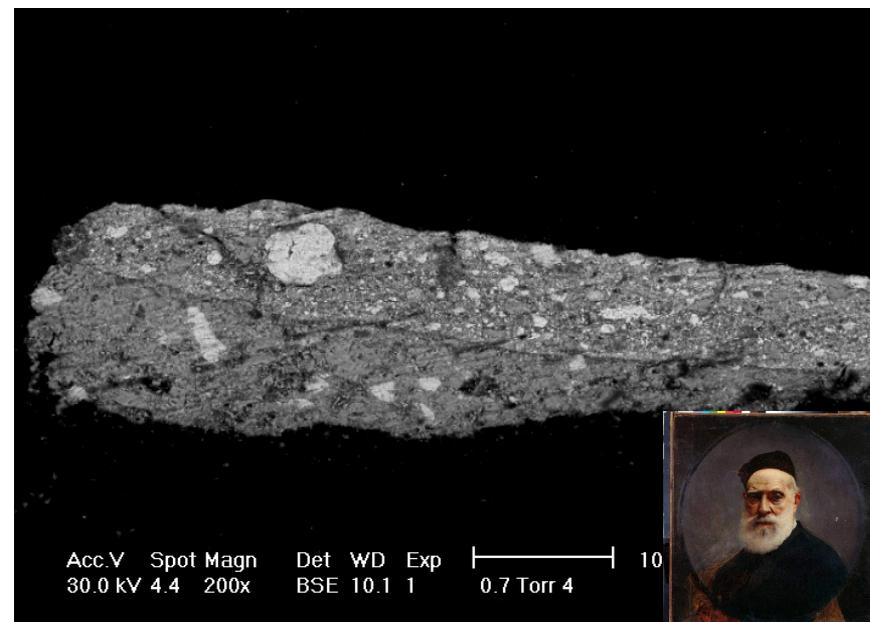
I consoli milanesi.... - 1834



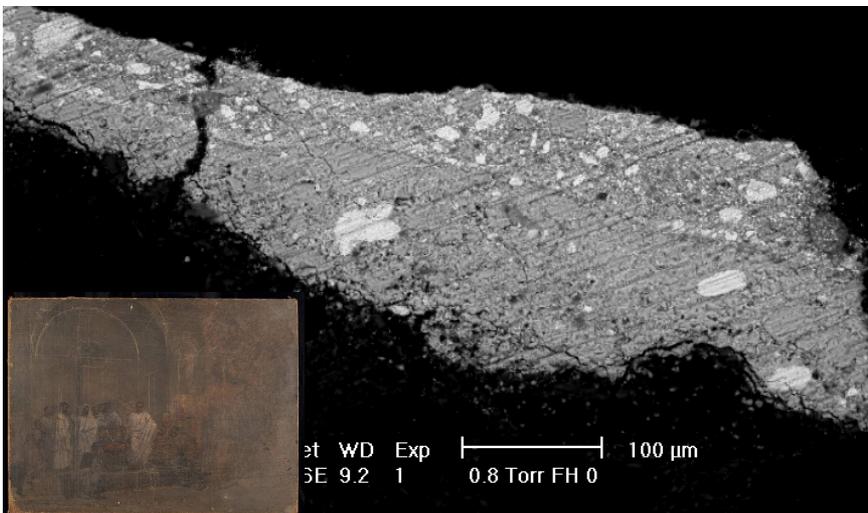
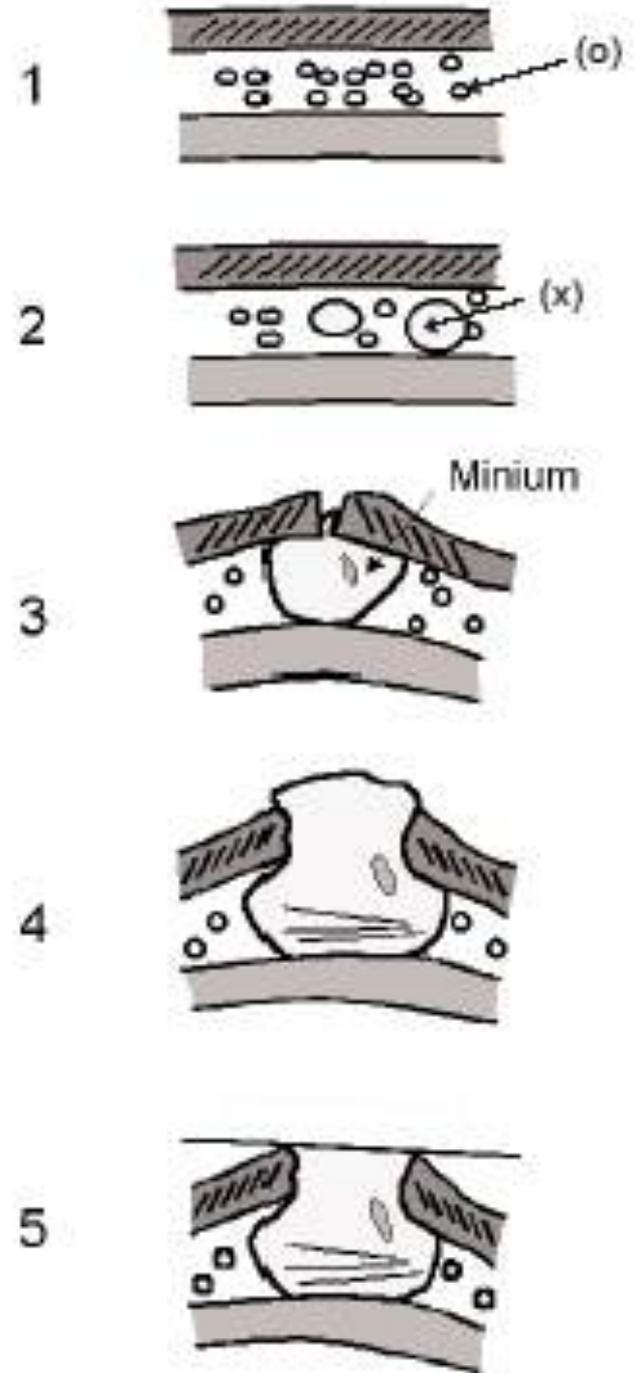
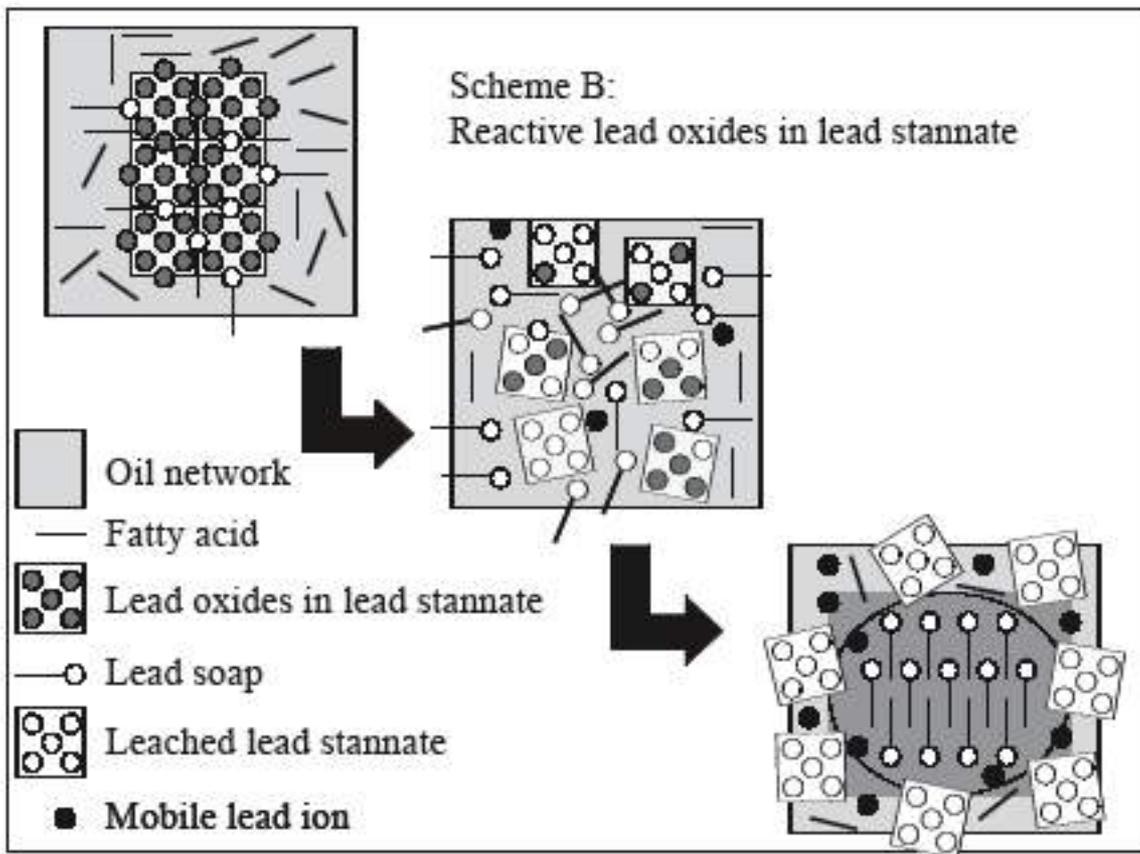
Nudo di donna sdraiata - 1860



Giulio Cesare in senato - 1870



Autoritratto - 1879



Giulio Cesare in senato - 1870

# Pigmenti

- I pigmenti si configurano come polveri fini sia inorganiche sia organiche, in origine, naturali .

- I pigmenti sono, tendenzialmente, insolubili e stabili nel mezzo disperdente (legante) e nei relativi solventi.

-Alcuni leganti: acqua, saliva, latte, uovo, oli, ....

- I pigmenti formano sospensioni/ impasti più o meno densi, in relazione alla tecnica di applicazione, con il legante.

COLORE	PIGMENTO	COMPOSIZIONE
BIANCHI	* BIANCO DI PIOMBO BIANCO DI ZINCO BIANCO DI CALCE	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ $\text{ZnO}$ $\text{CaCO}_3$
GIALLI	GIALLO DI CROMO GIALLO DI CADMIO OCRA * GIALLO DI NAPOLI LACCHE GIALLI	$\text{PbCrO}_4$ $\text{CdS}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $\text{Pb}_3(\text{SbO}_4)_2$ Organica
ROSSI	* VERMIGLIONE * ROSSO VENEZIANO TERRE ROSSE LACCHE ROSSE MINIO	$\text{HgS}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ Organica $\text{Pb}_3\text{O}_4$
MARRONI	SEPPIA BITUME TERRE BRUCIATE	Organica Organica $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$
BLU	OLTREMARE BLU DI COBALTO BLU DI PRUSSIA INDACO * AZZURRITE * SMALTINO	Silicato di Sodio $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$ Organica $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ Ba, Cu, ..., ossidi
VERDI	VERDE DI SCHEELE VERDE CROMO  LACCA VERDE MALACHITE VIRIDIAM	$\text{CuHAsO}_3$ Blu di Prussia + Giallo di Cromo Organica $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
NERI	NERO D'AVORIO NERO DI VITE NERO FUMO	Carbonio + $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ Organica Organica

# Pigmenti

## - Sviluppo di pigmenti sintetici a partire dal XVIII sec.:

- **Blue di Prussia (1704, Diesbach)**
- **Arsenito di rame - verde (Scheele, 1775)**
- **Bianco zinco (1782)**
- **Verde cobalto (1780)**
- **Blue cobalto (1802)**
- **Viridian (1797)**
- **Giallo cadmio (1817)**
- **Blue oltremare artificiale (1827)**
- **Rosso cadmio (1910)**
- **Bianco titanio (1920)**
- **Arancione di molibdeno (1921)**
- **Blue di manganese (1922)**

# Coloranti

-... inizio dell'era dei coloranti riguarda i coloranti organici vegetali e...

Nome comune	Nome scientifico	Cromofori principali
<b>Coloranti a base di tannini</b>		
Ontano nero	<i>Alnus glutinosa</i>	acido gallico, quercetina, emodina
Sommacco	<i>Genus Rhus</i>	acido gallico, acido ellagico, quercitrina, kaempferolo
Noce nero	<i>Juglans nigra, Juglans regia L., Juglans cinerea L.</i>	juglone
Noce di galla	<i>Galle di diverse specie di Cynips, Quercus infectoria Oliv.</i>	tannini idrolizzabili che in acqua si decompongono in acido gallico e zuccheri
Betulla	<i>Betula pendula, B. pubescens, B. nana, B. alleghaniensis, B. populifolia, B. papyrifera, B. lenta</i>	tannini , alcuni flavonoidi
<b>Altre specie coloranti</b>		
Henné	<i>Lawsonia inermis</i>	lawsone
Legno di Sandalo	<i>Pterocarpus santalinus</i>	santalin A, santalin B
Cartamo	<i>Carthamus tinctorius L.</i>	cartamina, Safflower yellow A e B
Oriana	<i>Bixa orellana L.</i>	bixina
Berberbero	<i>Berberis vulgaris L.</i>	berberina
Zafferano	<i>Crocus sativus L.</i>	crocina, crocetina
Curcuma	<i>curcuma longa</i>	curcumina, demetossicurcumina, bisdemetossicurcumina

-... anche di origine animale.

Nome comune	Nome scientifico	Cromofori principali					
Coloranti antrachinonici							
		acido carminico	acido kermesico	acido flavokermesico	dc II	acido laccaico A	acido laccaico B
Cocciniglia	<i>Kermes vermilio</i>	-	+	+	-	-	-
	<i>Porphyrophora Polonica</i>	+	+	+	+	-	-
	<i>Porphyrophora Hameli</i>	+	+	+	+	-	-
	<i>Dactylopius coccus costa</i>	+	+	+	-	-	-
	<i>Kerria Lacca Kerr</i>	-	+	+	-	+	+
Coloranti antrachinonici							
		alzarina	purpurina	xantopurpurina	munjistina	pseudopurpurina	altri componenti
Robbia	<i>Rubia tinctorum</i>	+	+	+	+	+	-
	<i>Rubia peregrina</i>	+	+	-	-	+	-
	<i>Rubia cordifolia</i>	+	+	+	+	+	morina
	<i>Rubia akane Nakai</i>	-	+	-	-	+	-
Caglio	<i>Galium verum L.</i>	+	+	+	-	+	-
	<i>Galium mollugo L.</i>	+	+	+	+	+	rubiadina
Relbunium	<i>Relbunium hypocarpium L.</i>	-	+	+	+	+	-
Morinda	<i>Morinda citrifolia L.</i>	-/+	-	-	-	-	morina
Coloranti indigoidi							
		indigotina	indirubina	monobromoindigotina	dibromoindigotina	dibromoindirubina	altri componenti
Guado	<i>Isatis tinctoria.</i>	+	-	-	-	-	quercetina, kaempferolo
Indaco	<i>Indigofera, varie specie</i>	+	+	-	-	-	kaempferolo
Indigo carmin	<i>Indigofera tinctoria</i>	-	-	-	-	-	indigocarmine
Porpora	Molluschi: sottofamiglia delle <i>Muricidae e Rapaninae</i>	+	-	+	+	+	-
Rocella	Genere <i>Rocella e Ochrolechia</i>	-	-	-	-	-	orceina
Coloranti flavonici							
		fisetina	morina	maclurina	kaempferolo	quercetina fustina, sulfuretina	altri componenti
Scotano	<i>Cotinus coggyria Scop.+</i>	-	-	-	-	-	-
Legno giallo	<i>Clorophora tinctoria L.</i>	-	+	+	+	-	-
Quercitrone	<i>Quercus velutina Lam.</i>	-	-	-	-	+	quercitrina
Spincervino	Famiglia <i>Rhamnus</i>	-	-	-	+	+	rhamnetina
		luteolina	apigenina	genisteina	3-metilquercetina		
Erba guada	<i>Reseda luteola L.</i>	+	+	-	-		
Ginestra	<i>Genista tinctoria L.</i>	+	-	+	-		
Frangula	<i>rhamnus frangula (cortex)</i>	-	-	-	-		glucofranguline A e B, franguline, emodina
Serratola	<i>Serratula tinctoria L.</i>	+	-	-	+		
		brazilin	brazilein	hematoxylin	hematein		
Legno del Brasile	<i>Specie Caesalpinia</i>	+	-	+	+		
Legno del Campeggio	<i>Hematoxylum campechianum</i>	-	-	+	+		

# Coloranti

## -Coloranti organici: una possibile classificazione:

### DIRETTI

Si fissano direttamente al supporto e vanno applicati in forma di una soluzione neutra o leggermente alcalina. Es.: zafferano e curcuma.

### AL TINO

Porpora, indaco, guado sono forse i coloranti più noti tra questi che prendono il nome dai tini nei quali vengono trattati per rendere solubili in acqua tali materiali. Il trattamento nei tini consisteva nel far reagire i coloranti in acqua con sostanze tipo il  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  o simili. Si otteneva così una forma solubile detta **LEUCO**. Questi materiali sono particolarmente adatti per la colorazione di materiali a base di cellulosa, giacché in grado di permeare le fibre.

### A MORDENTE

In soluzione acquosa con idrossidi o sali metallici (i mordenti appunto) formano delle **LACCHE** insolubili. Tali materiali, solidi, si comportano un po' come dei pigmenti, ai quali sono talvolta, erroneamente, assimilati.

I mordenti più largamente impiegati sono:

-allume di rocca (solfato idrato di alluminio e potassio  $(\text{K}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O})$ ;

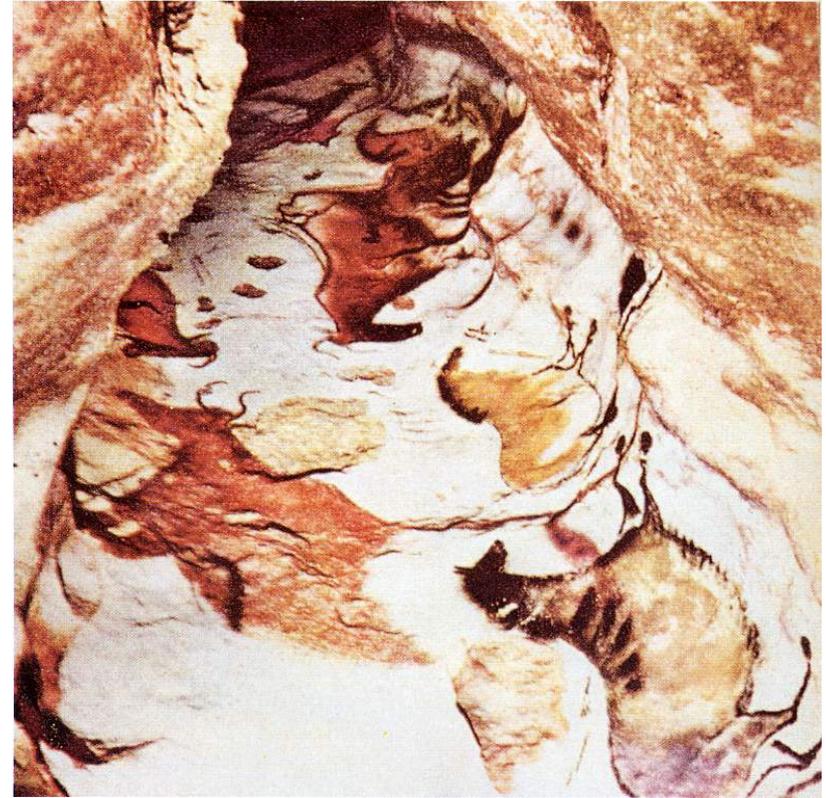
-tartrato acido di potassio ( detto anche cremor di tartaro o allume di feccia)

-sali di ferro;

-Sali di stagno;

-Sali di rame;

I coloranti a mordente vanno supportati in un gel traslucido, in genere nella forma di idrossido di alluminio  $\text{Al}(\text{OH})_3$



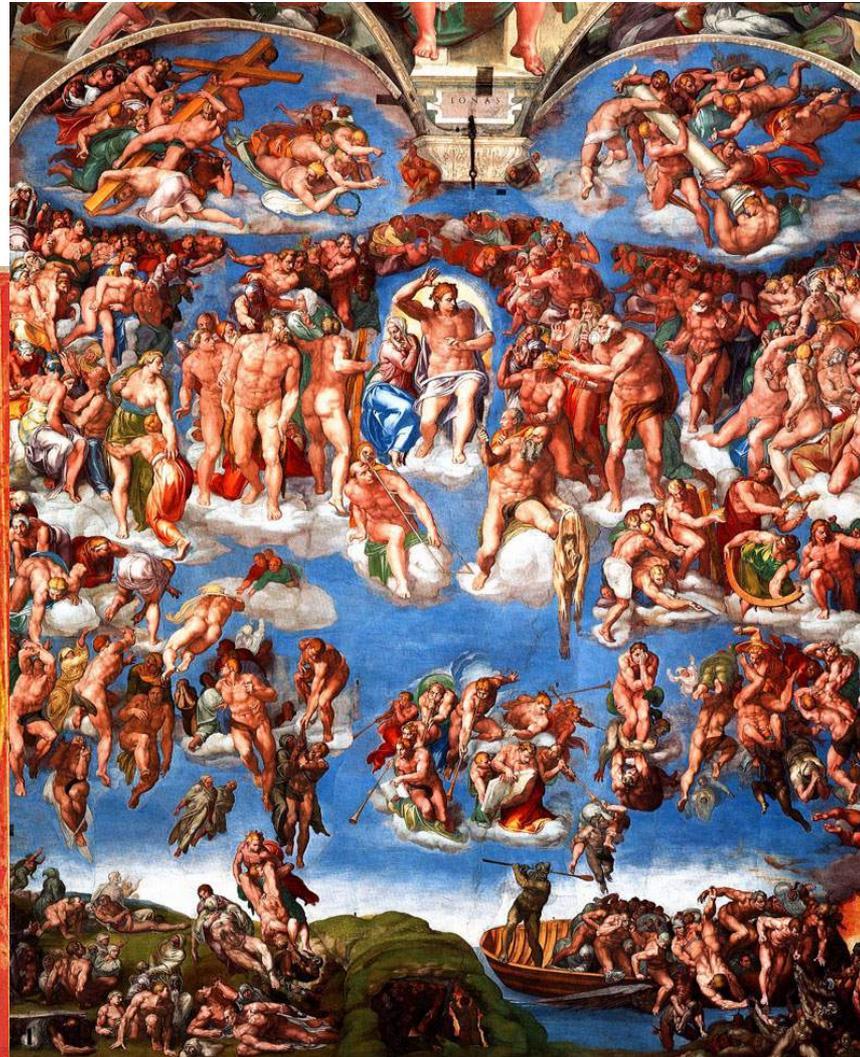
## Le tecniche

### Pitture murali: AFFRESCO



Aspetto critico:

Interazione calce/ pigmenti



## Le tecniche

### Pitture murali: ENCAUSTO





## TEMPERA A UOVO

### - tuorlo:

- Comportamento legante molto efficace
- Essiccamento per perdita di acqua --> trasformazione in un gel
- Ottima durezza - bassa tendenza ad ingiallire

### - albume:

- ottimo adesivo - impermeabile - resistente  
*(dopo essiccamento)*
- Fragile (no lipidi) e trasparente
- Impiegato per inchiostri, miniature di manoscritti, opere di piccole dimensioni.

### TEMPERA A CASEINA/LATTE

#### - Proprietà:

- Rapidamente deteriorabile (in fase di applicazione)
- Impiegata per pitture murarie e su tavola
- Ottima durevolezza - bassa tendenza ad ingiallire

### TEMPERA A COLLA

#### - Proprietà:

- Luminosità dei colori
- Impiegata opere di piccole dimensioni o per pitture murarie e scenografie.
- Fragilità - macchie ed aloni - viraggio dei colori

### TEMPERA A MATERIALE POLISACCARIDICO

#### - Proprietà:

- Buona adesione al substrato
- Impiegata per pitture murarie
- Ottima durevolezza - bassa tendenza ad ingiallire

# Le tecniche

## La pittura a tempera

### *Tecniche pittoriche a tempera*

Tecnica pittorica	Natura chimica	Legante
Tempera magra	Proteica	Uovo (intero, rosso o albume) Colle animali Caseina o latte
Tempera magra	Polisaccaridica	Gomme vegetali (gomma arabica, adragante e gomme da albero da frutta), Amido e destrine
Tempera magra	Proteica + polisaccaridica	Uovo + gomma vegetale
Tempera grassa	Proteica + lipidica	Proteina + olio siccativo



## Le tecniche

### PITTURA A OLIO

#### Materiale base:

**olio siccativo con pigmenti (in misura pari a una presa di olio - CVCP: concentrazione volumetrica critica di pigmento )**

#### **Olio di lino:**

- Film più resistenti e duraturi;
- Maggiore capacità di essiccamento;
- Tendenza a ingiallire per invecchiamento

#### **Olio di papavero e O. di noce:**

- Maggiore stabilità ottica (rispetto all' o. di lino);
- Essiccamento più lento;
- Minore resistenza

## Le tecniche

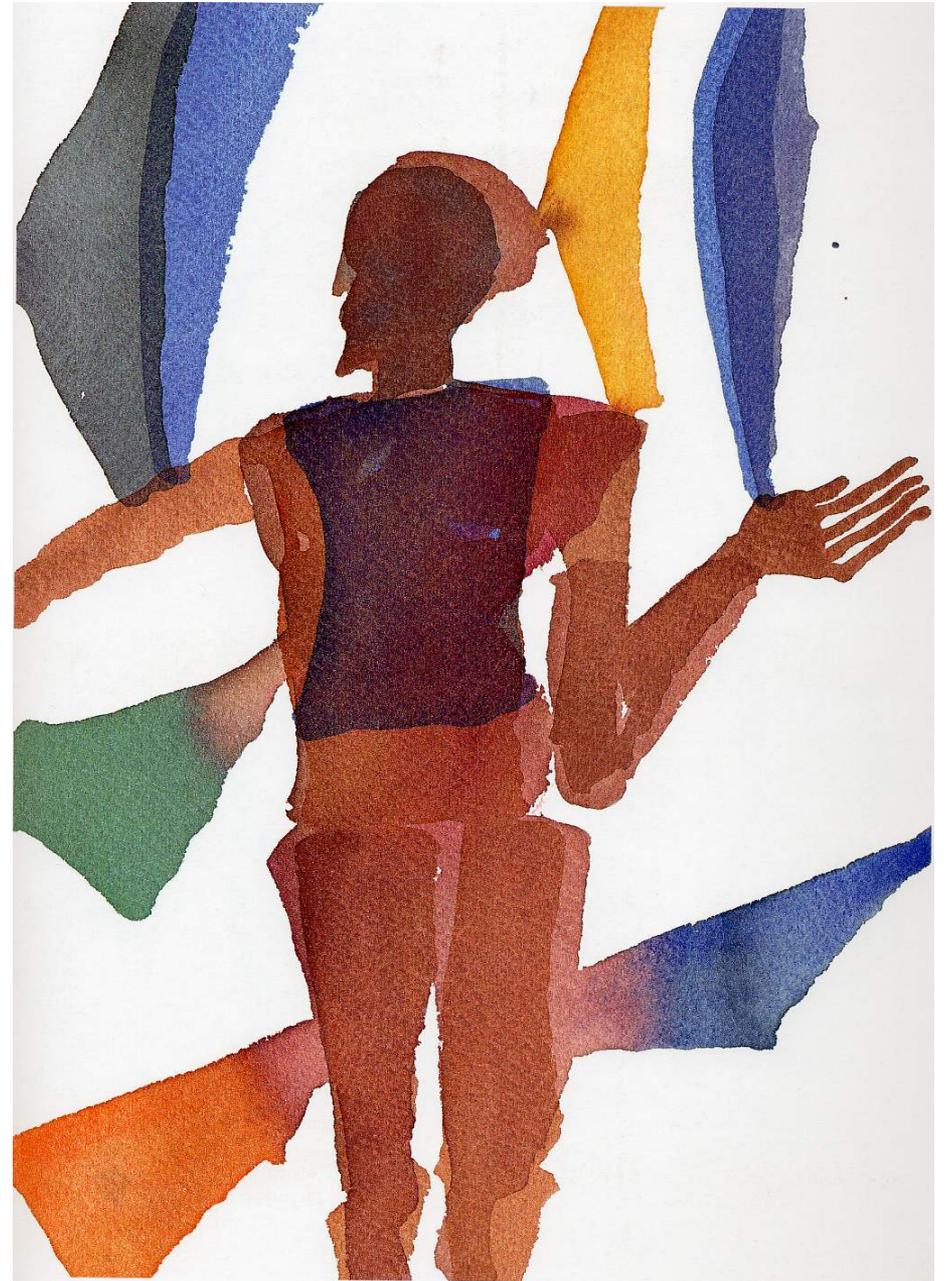
### ACQUERELLO

#### **Materiale base:**

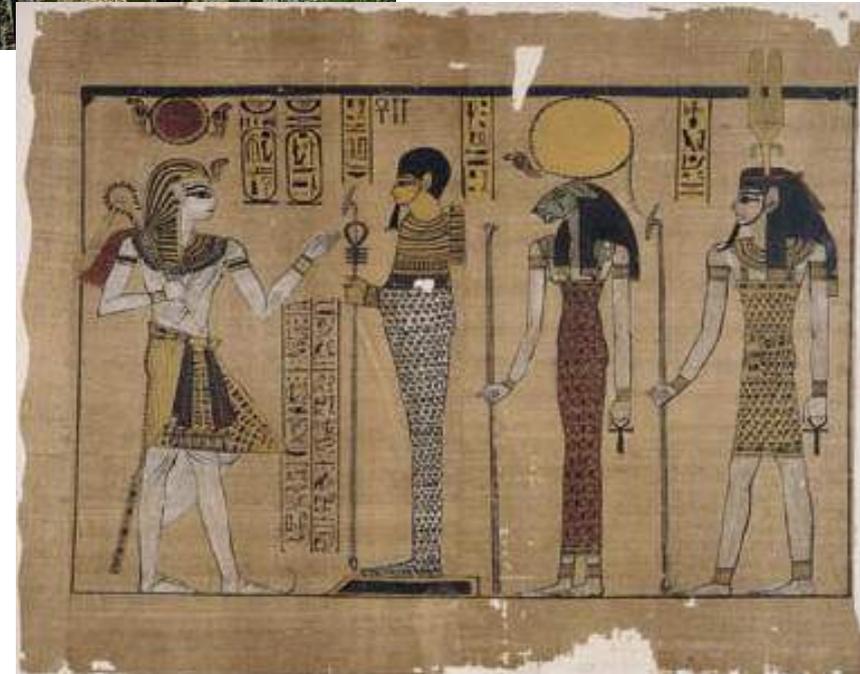
pigmenti dispersi in acqua,  
eventualmente trattati con gomme,  
per migliorare adesione e durezza

#### **Supporto:**

tipicamente cartaceo

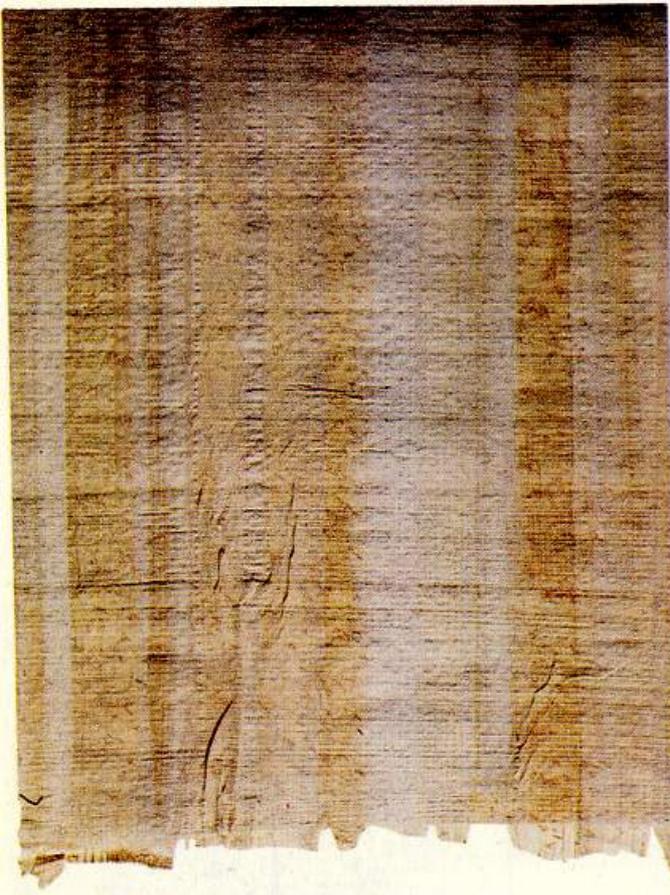


# Precursori (della carta)

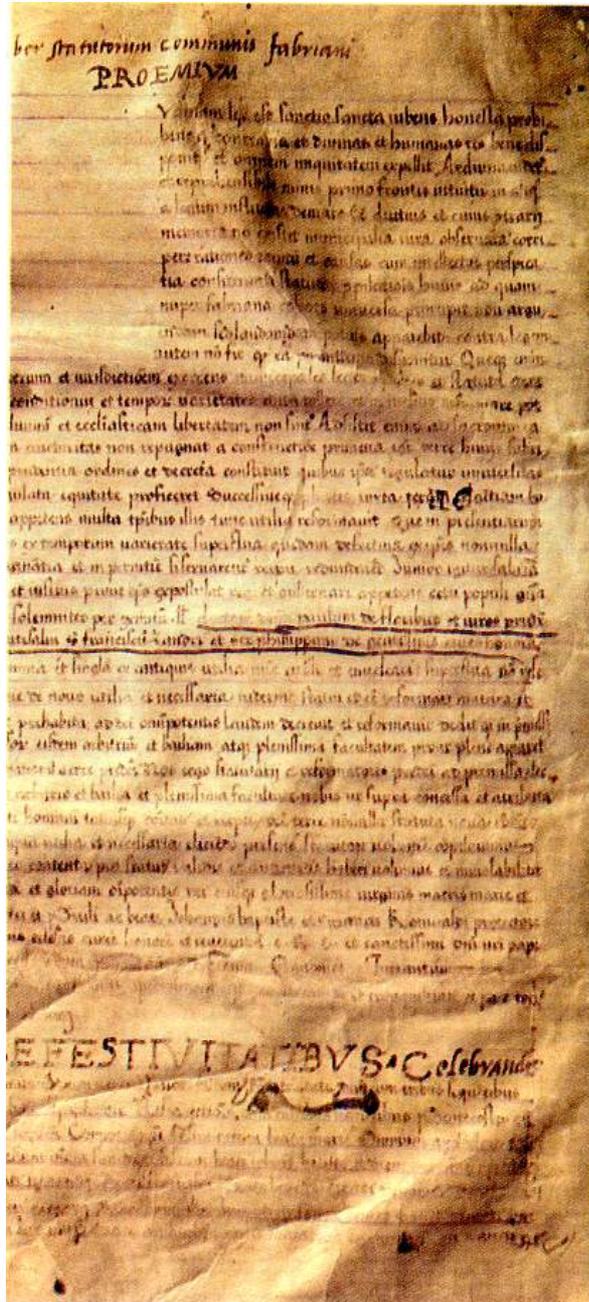


# Precursori (della carta)

## PERGAMENA

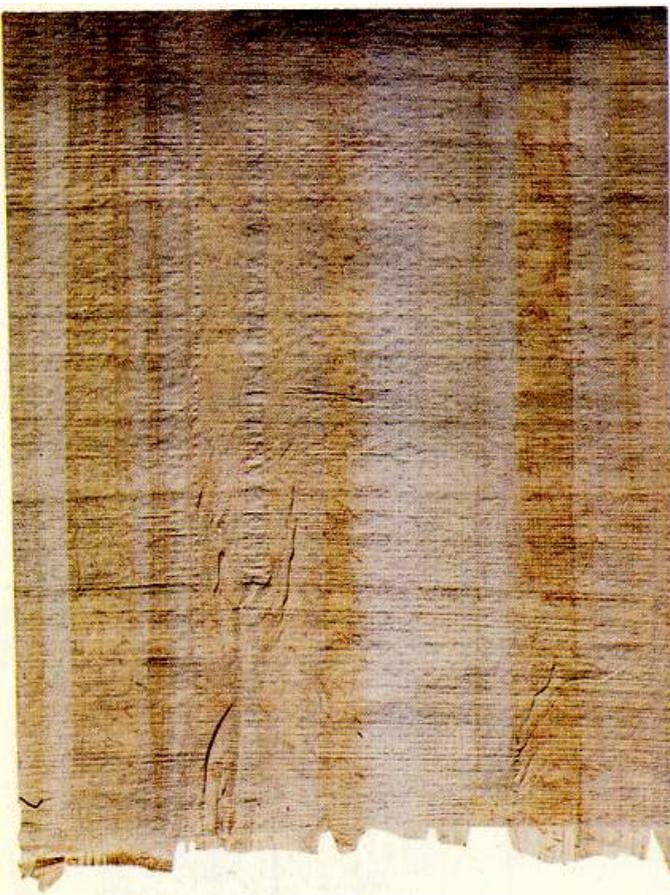


PAPIRO



AMATL

## Precursori (della carta)



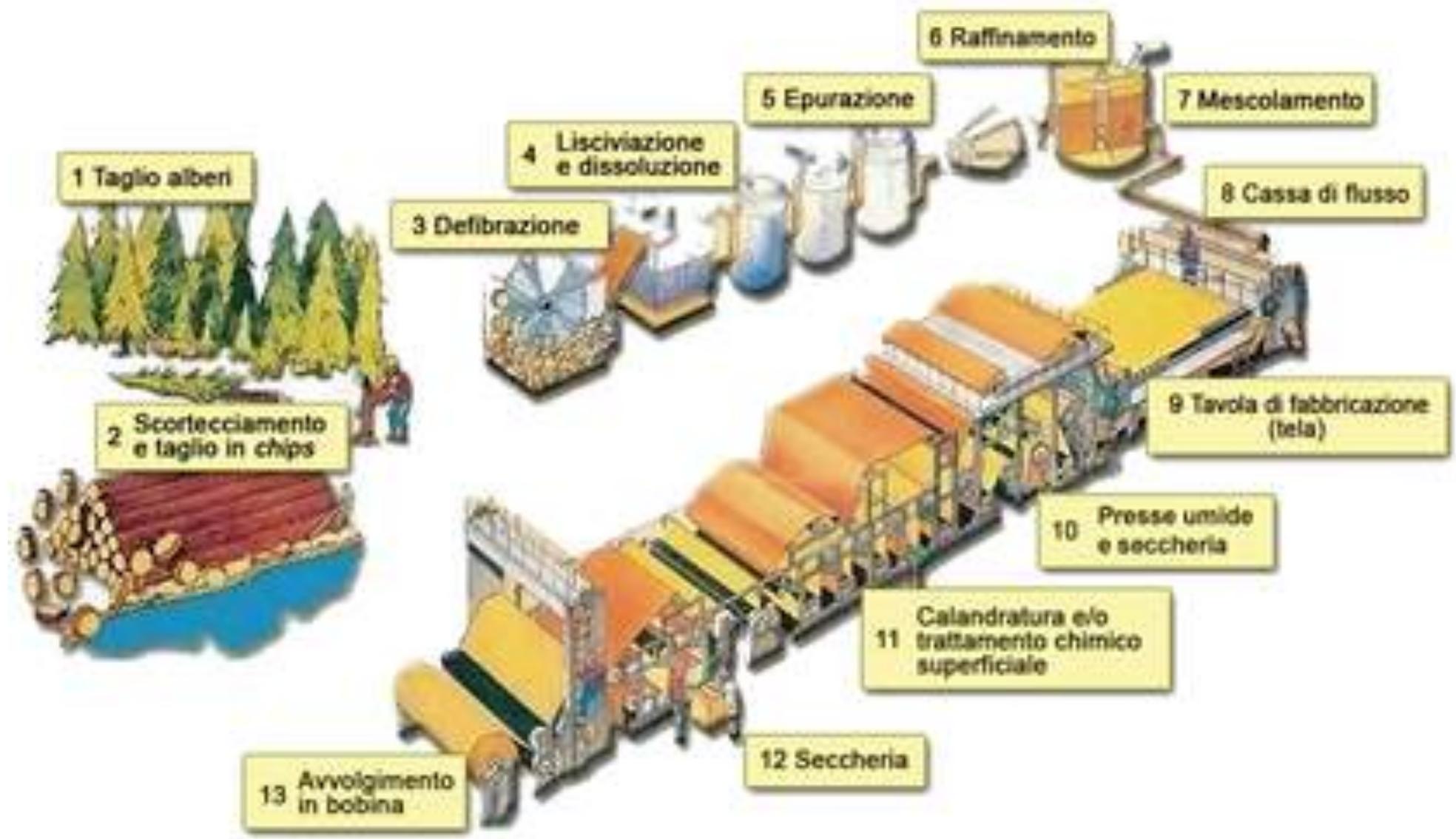
*da: Plinio - Storia Naturale*

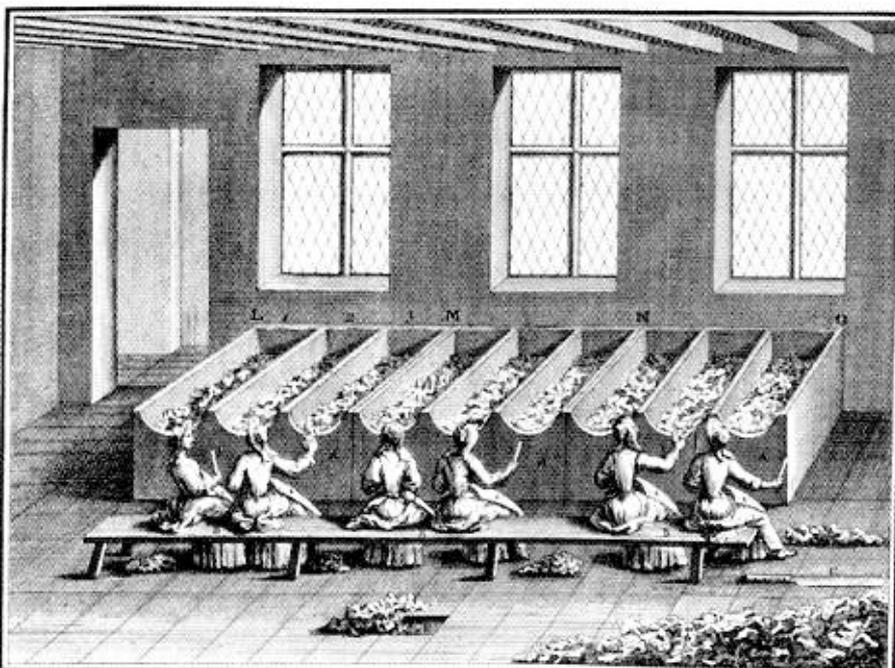
La natura del papiro va presa certamente in considerazione, giacché su questo materiale e sul suo uso nei “rotoli” si basa la civiltà umana, per quanto riguarda gran parte della sua stessa esistenza e, senza meno, della sua memoria.

## Cenni storici

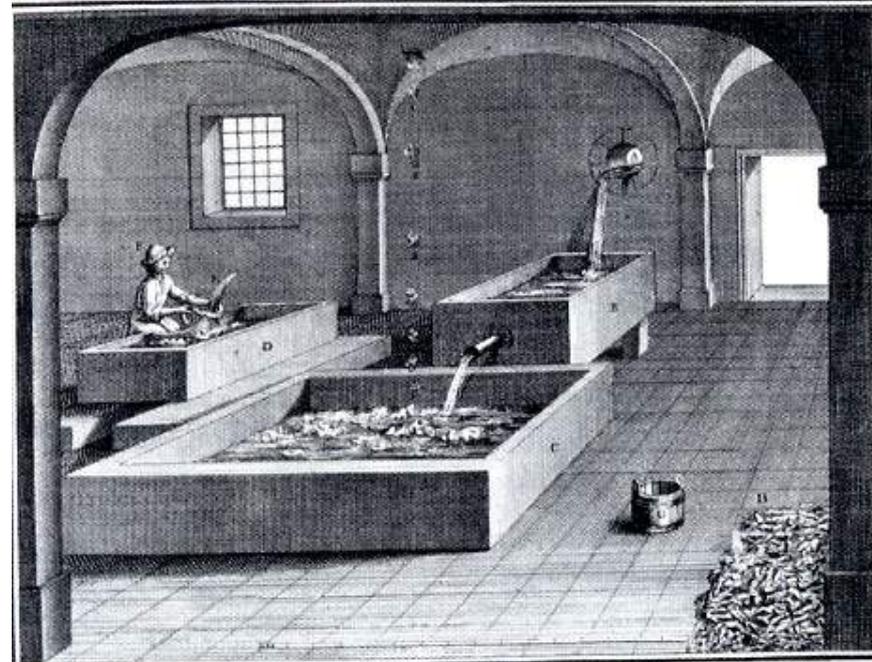
105	In Cina Ts'ai Lun inventa il processo di fabbricazione della carta	1797	Michael Leistenschneider inventa la macchina continua in tondo (diffusa nel 1809 da John Dickinson)
751	Gli arabi apprendono dai cinesi il processo di fabbricazione della carta	1798	Nicholas Louis Robert inventa la macchina continua in piano
Sec. XII	(primi decenni) Prime cartiere in Europa (Jativa e Palermo)	1799	Sbianchimento della carta con cloro
Sec. XIII	(prima metà) Prime cartiere a Fabriano (documento più antico del 1264)	1807	Diffusione dell'uso della colofonia per la collatura
1282	Prima filigrana conosciuta (croce e cerchio)	1820	Carta dalla paglia
1337	Inizio della collatura con gelatina animale	1820 – 1825	Diffusione in Europa delle macchine continue perfezionate dall'inglese Bryan Donkin
Sec. XVII	(prima metà) Inizio uso dell'allume nella collatura	1822	Introduzione (da parte di Donkin) di cilindri essiccatori (prima riscaldati a fuoco, poi a vapore)
1680	Invenzione in Olanda del cilindro per la formazione della pasta	1824	Il francese Canson aggiunge alla macchina continua le cassette aspiranti per l'eliminazione dell'acqua e per aumentare la velocità
Sec. XVII	(fine) Si introduce la lisciatura della carta con un cilindro di bronzo	1820 – 1845	Passaggio in Italia dalla carta a mano alla carta a macchina
Sec. XVII	Introduzione nel tino della tavola per poggiare il telaio	1833	Donkin aggiunge alla macchina cilindri premitori per togliere l'impressione della tela
1757	Introduzione della «velina» (in Inghilterra)	1841	Charles Fenerty (Nuova Scozia) inizia la fabbricazione della carta dal legno
1764	Prime carte patinate	1851	Prime prove di pasta chimica
1789	Introduzione del cloro per la sbianca degli stracci	1860	Invenzione del raffinatore conico

# Processo

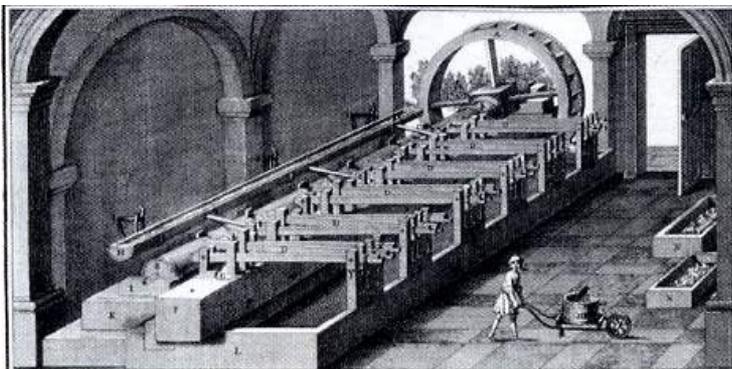




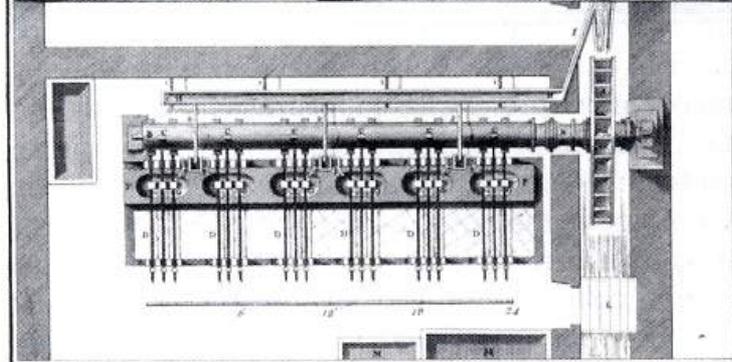
**CERNITA**



**FERMENTAZIONE e TAGLIO**



**Formazione  
della PASTA  
o  
POLPA**



**RAFFINAZIONE**



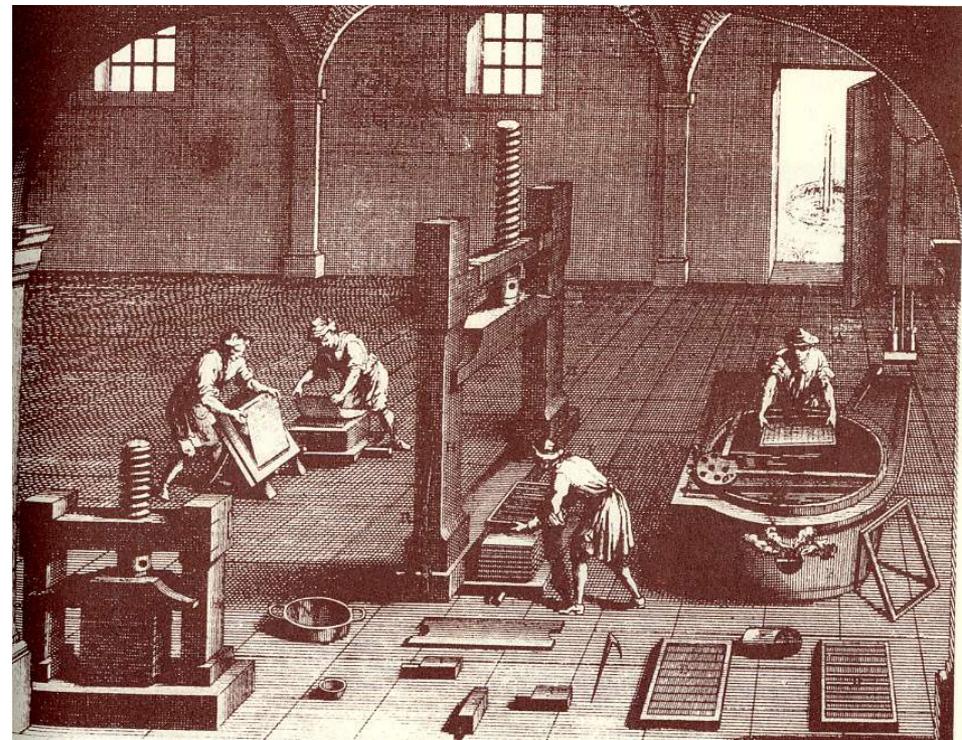
# Processo



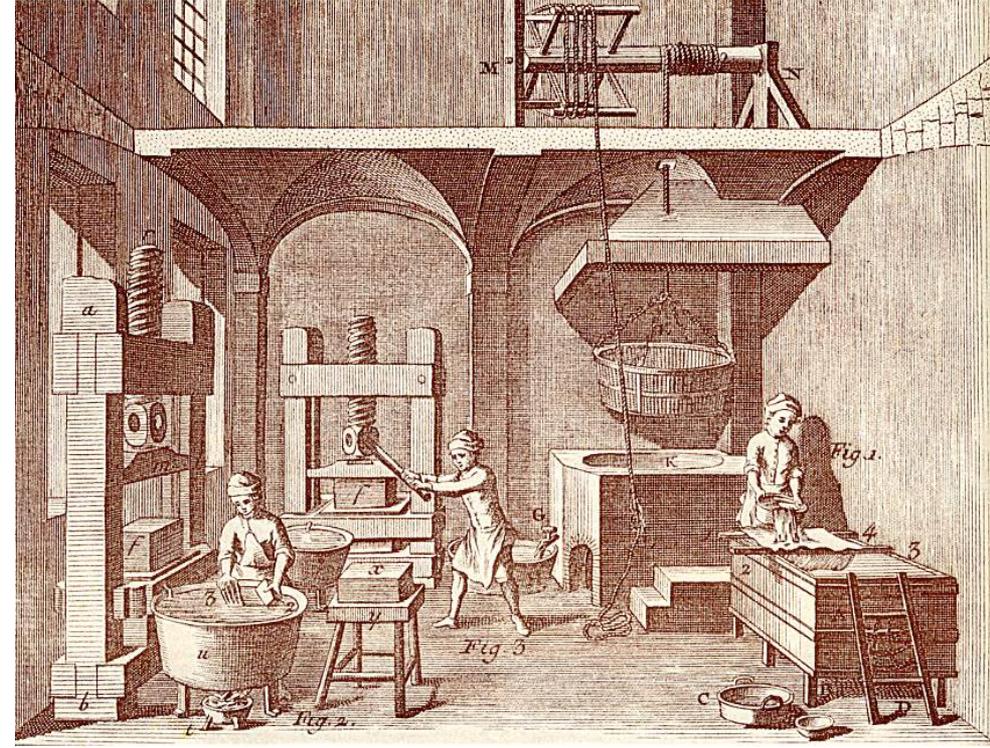
**FORMAZIONE FOGLIO**



**PRESSATURA**



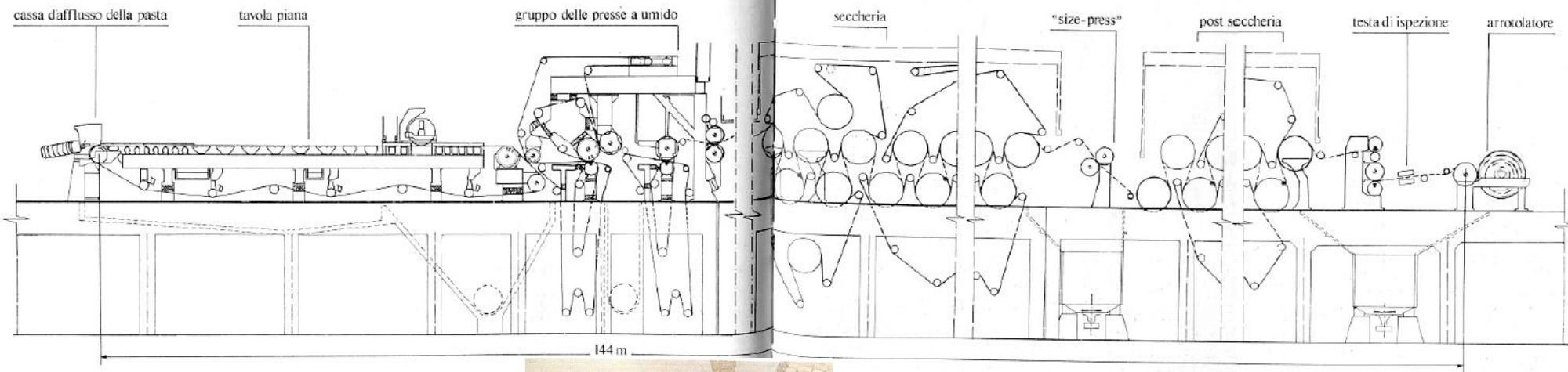
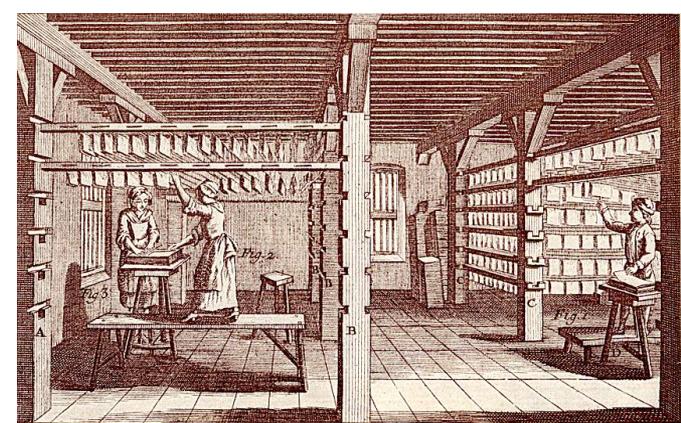
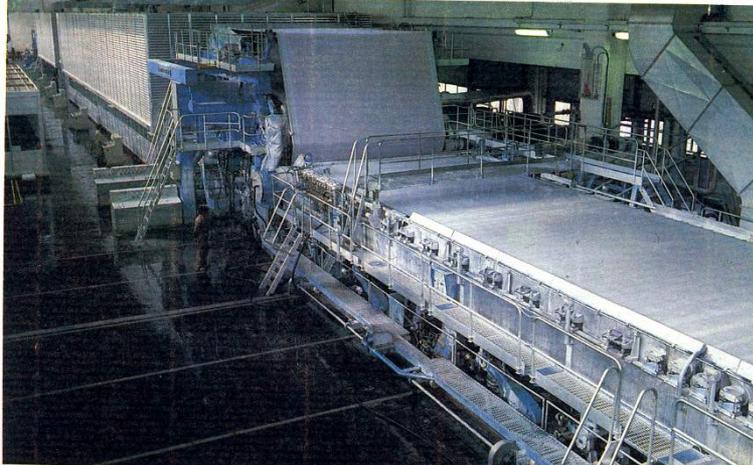
# Processo



**COLLATURA (dei fogli)**

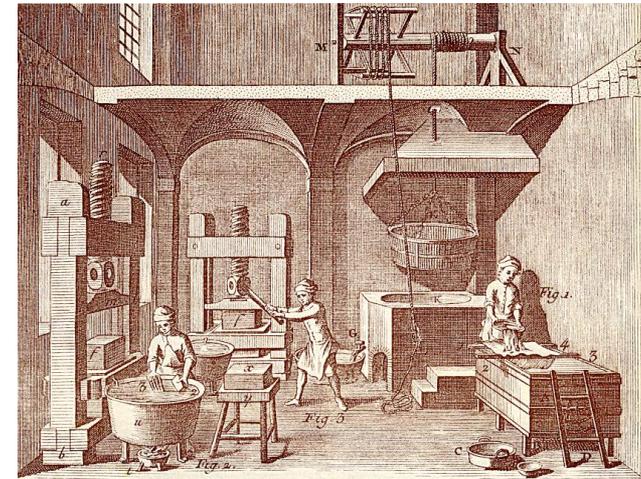


**Asciugamento ed Essiccamento** Carta



Schema della macchina continua.

66

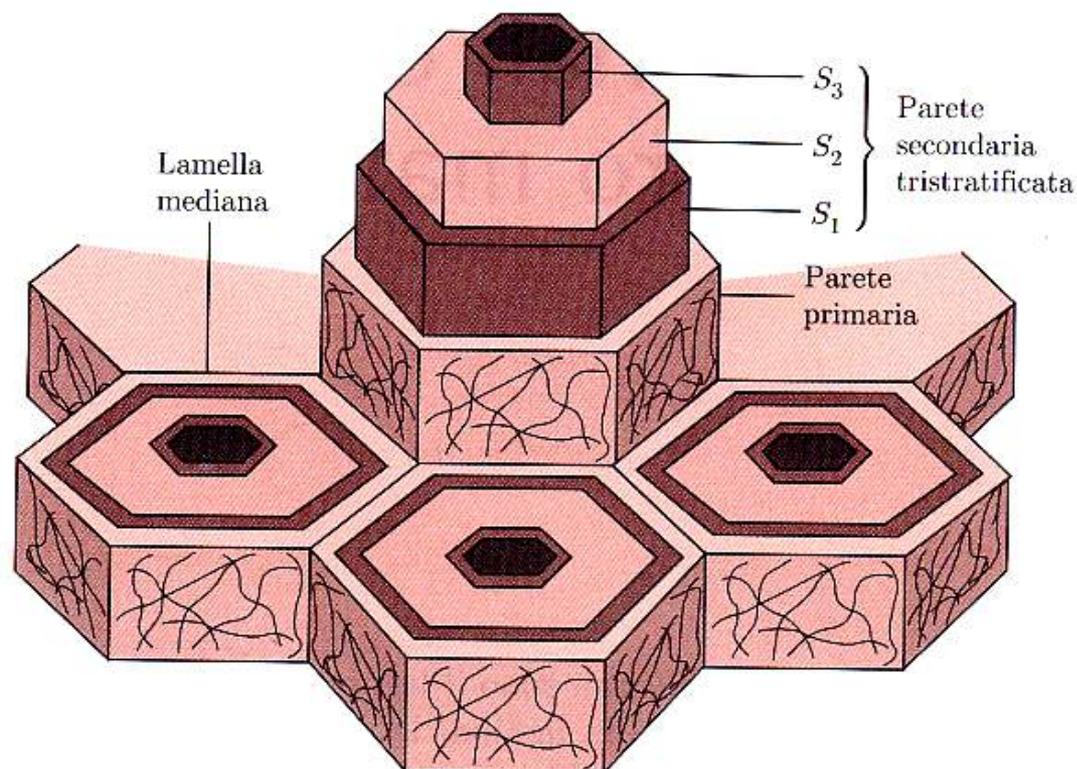


67

1 -Stracci di origine vegetale ( canapa, lino, cotone)

2 - Fibre vegetali (paglia, corteccia, canne...)

3- Legno



**Parete primaria.** Costituita principalmente da cellulosa, emicellulose, pectina, proteina, acqua, lignina e suberina.

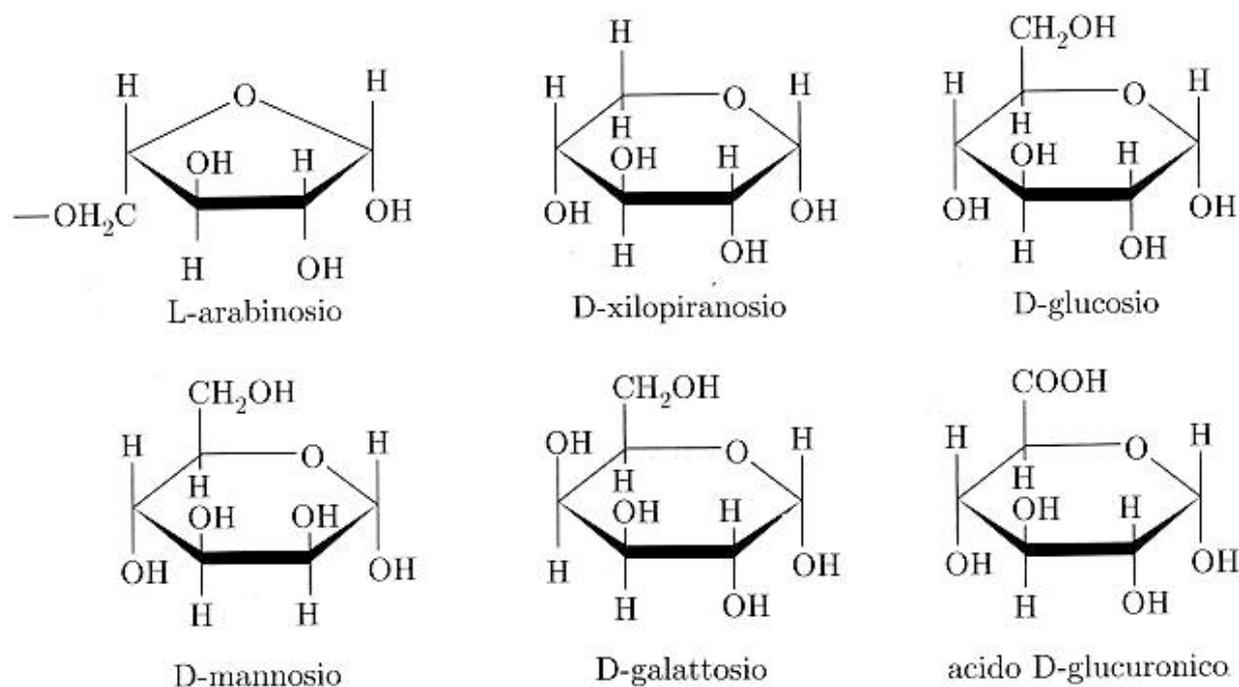
**S1-** strato esterno della parete primaria; Costituito principalmente da cellulosa, emicellulose

**S2-** strato mediano della parete secondaria; Costituito principalmente da cellulosa, emicellulose

**S3-** strato interno della parete secondaria; Costituito principalmente da cellulosa, emicellulose

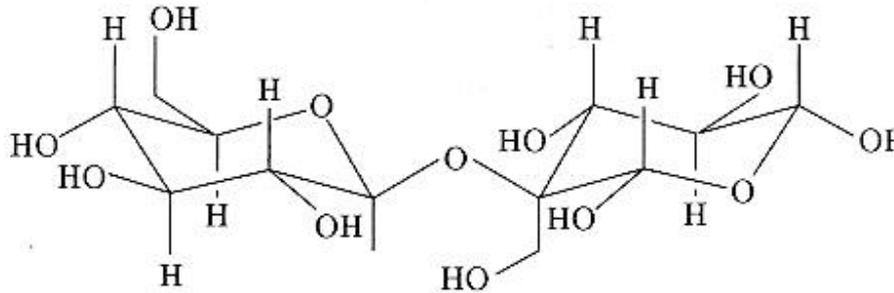
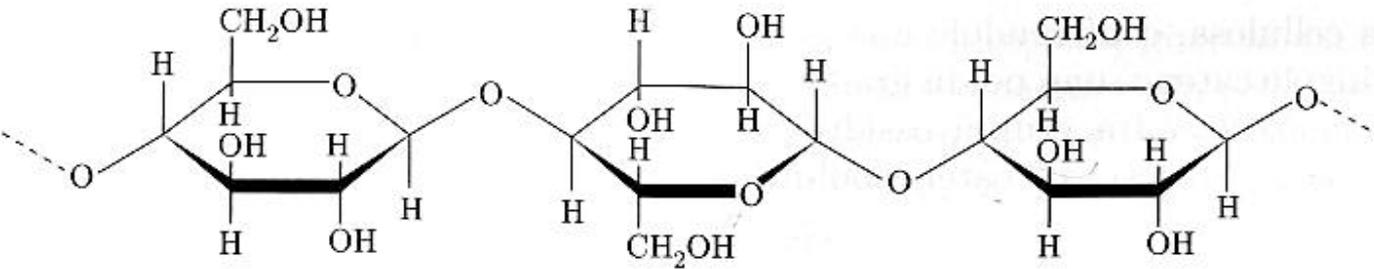
Le cellule adiacenti sono collegate tra loro dalla cosiddetta **lamella mediana**, ricca di pectina e lignina.

Specie	Cellulosa	Emicellulosa	Lignina
Abete rosso (conifera)	41	30	27
Pino (conifera)	39	30	27
Abete (conifera)	38	23	34
Acero (latifolia)	44	22	29
Betulla (latifolia)	40	37	20

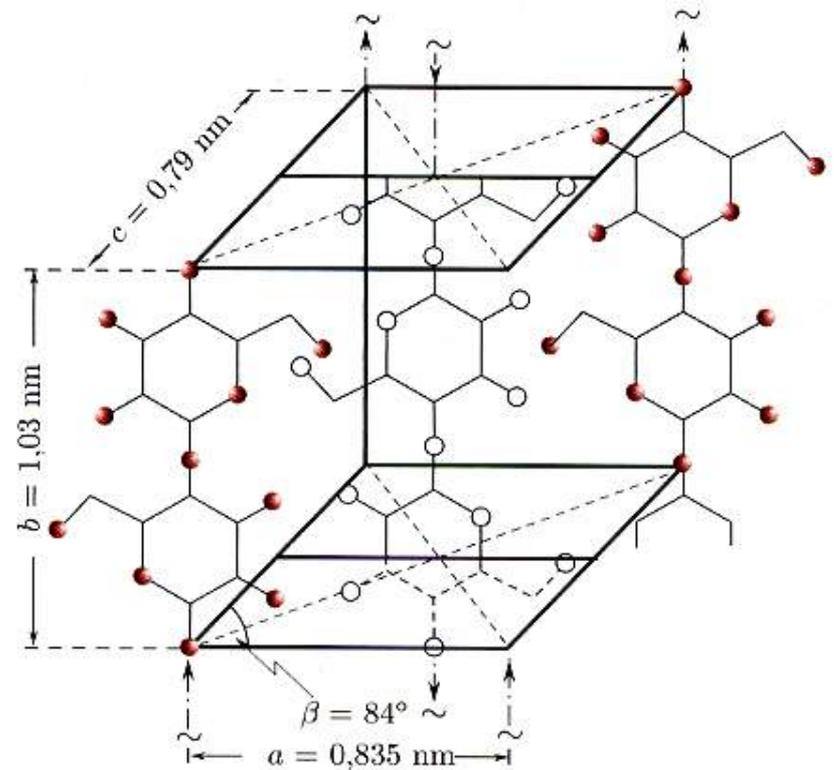


**EMICELLULOSE: Rispetto alle cellulose, più facilmente Idrolizzabili  
e più soggette ad attacco biologico da parte di batteri e altri microrganismi**

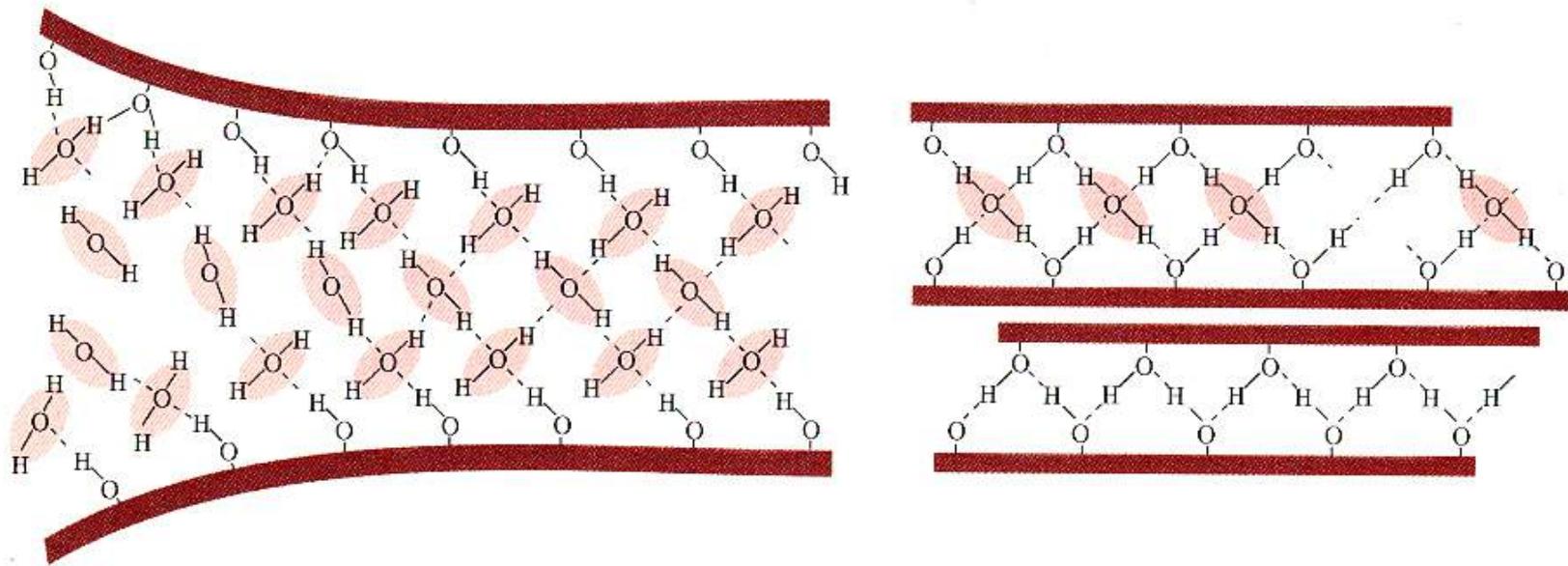
# Materie prime



**CELLULOSA -  $(C_6H_{10}O_5)_n$**

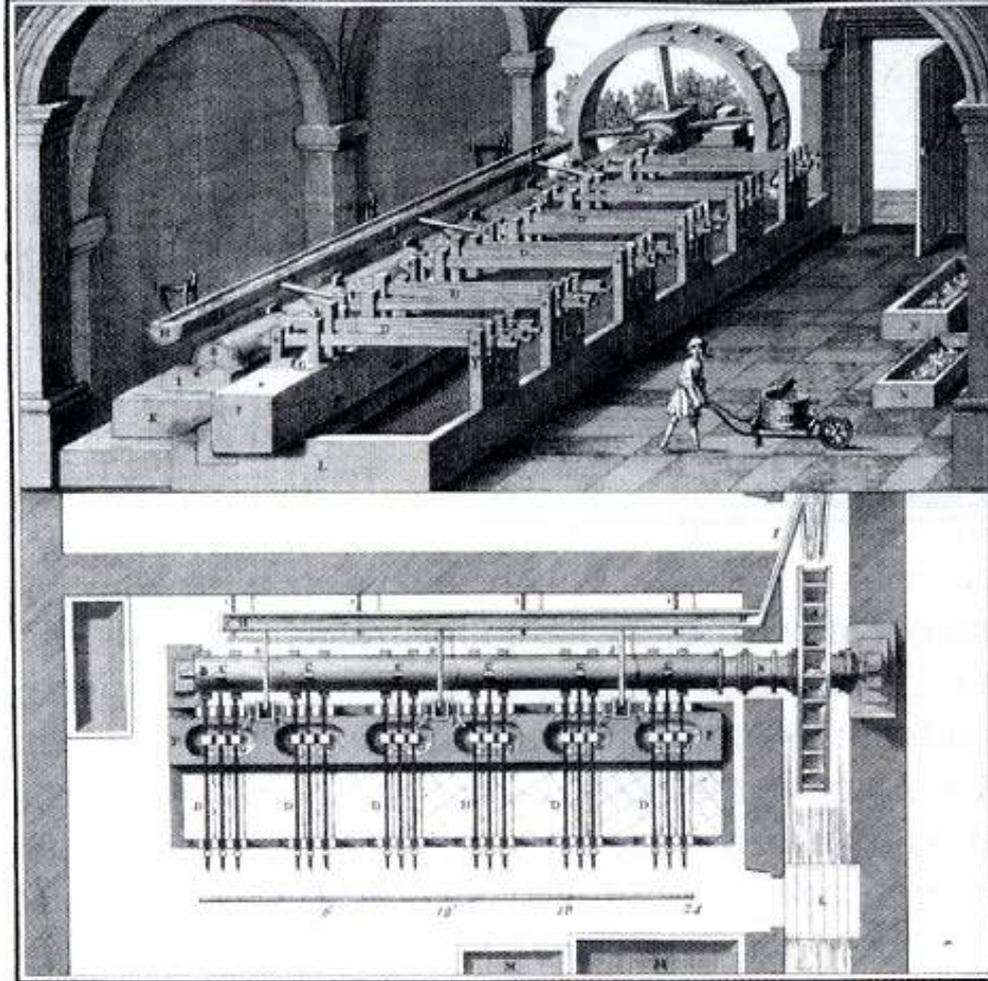






## Legami interfibra:

- Covalente polare
- Van der Waals
- Idrogeno



**1 - Scortecciamento**

**2- Riduzione in chip**

**3- Separazione delle fibre dalla lignina:**

**Separazione meccanica**

**Separazione termochimica**

**Separazione chimica**

### Separazione delle fibre dalla lignina:

**Separazione Meccanica** - Metodo fisico, per ottenere le cosiddette paste meccaniche. Parziale danneggiamento delle fibre di cellulosa. Prodotto meno resistente, ma elevate produttività (95%).

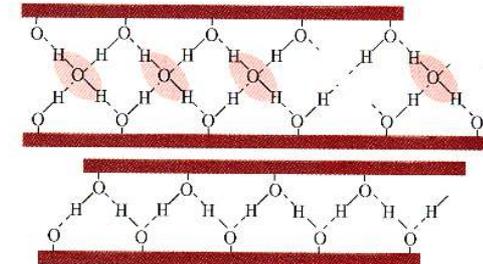
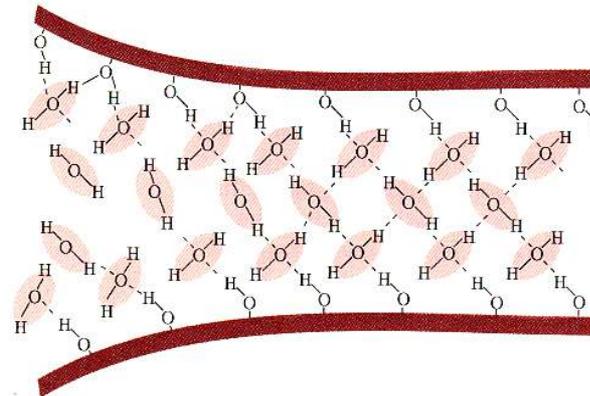
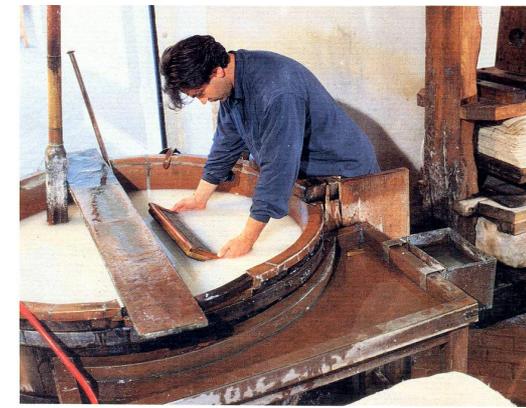
**Separazione termochimica** - trattato chimicamente e successivamente viene trattato con vapore e meccanicamente (*Chemo Thermo Mechanical Pulping*). La carta prodotta è più resistente di quella ottenuta da paste meccaniche e può essere utilizzata per produrre carte patinate.

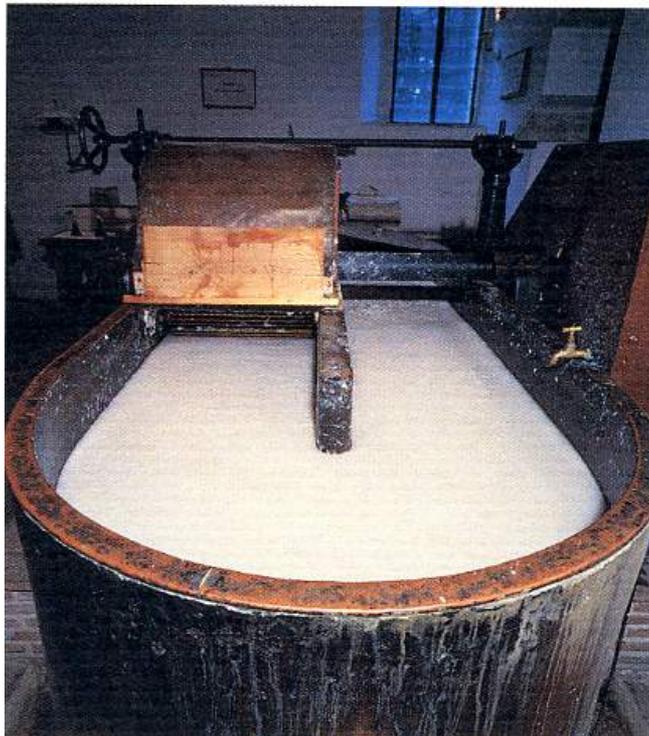
**Separazione chimica** - Bagni in soda caustica e solfuro di sodio. Non danneggia le fibre di cellulosa, che richiedono lavaggi e sbiancamenti. Prodotto resistente, bassa efficienza (50%)

## *Paste derivate dal trattamento del legno secondo la resa (rendimento)*

<b>Tipo di impasto</b>	<b>Rendimento</b>
<i>Paste chimiche</i> (al solfito, al solfato, alla cloro-soda)	45 - 55 %
<i>Paste chimiche ad alto rendimento dette anche cellulose ad alta resa</i> (processi al solfito o solfato modificati)	55 - 70 %
<i>Paste semichimiche</i> propriamente dette	65 - 85 %
<i>Paste meccano-chimiche</i> (nelle quali rimane buona parte di lignina ed emicellulose)	80 - 90 %
<i>Paste meccaniche</i> (solo trattamento meccanico del legno)	superiore al 90 %

# Processo





1 - Scortecciamento

2- Riduzione in chip

3- Separazione delle fibre dalla lignina:

Separazione meccanica

Separazione termochimica

Separazione chimica

4- Raffinazione

5- Sbiancamento

6- **Collatura** (eventuale)

7- Tintura e Additivi (eventuale)

- Introdotta da M.F.Illig (metà '800)

- Colofonia e allume

- Pro e contro:

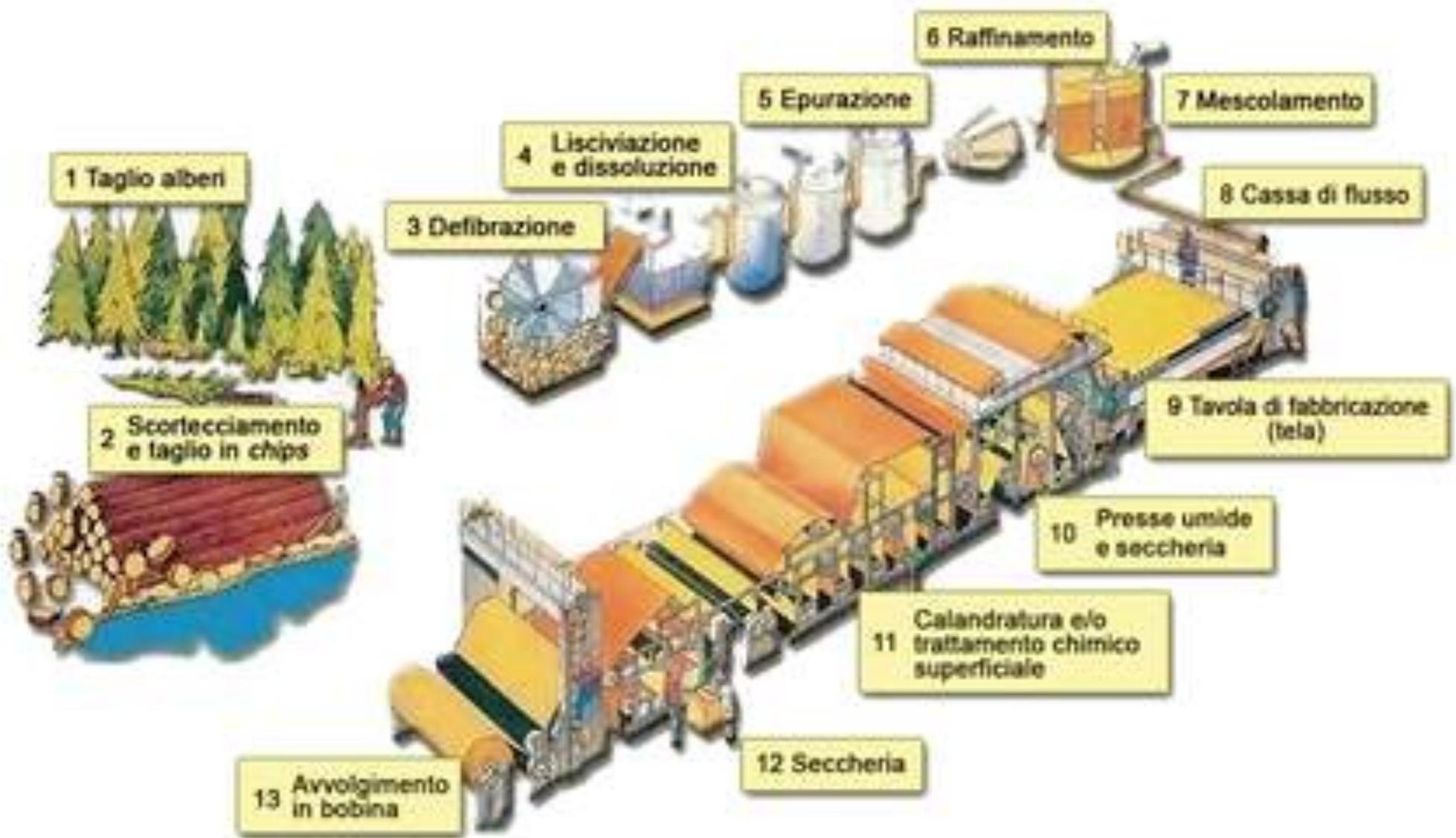
*Collatura uniforme*

*Rapidità di processo*

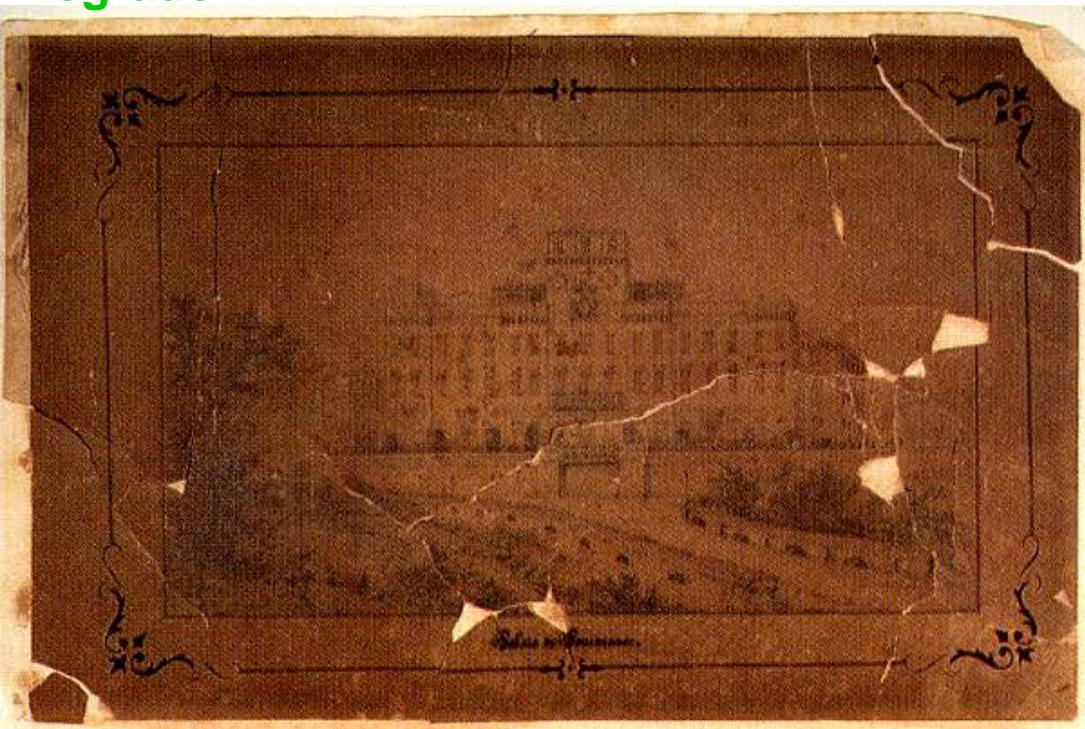
*Economicità*

*Acidificazione del foglio*

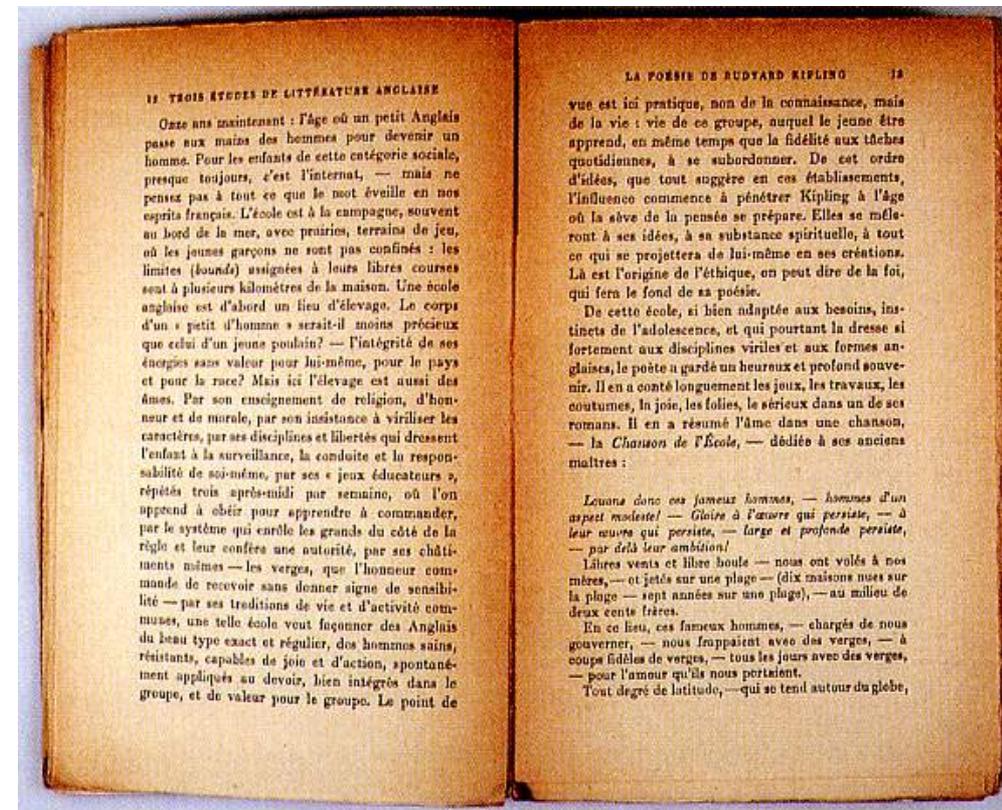
# Processo



## Degrado



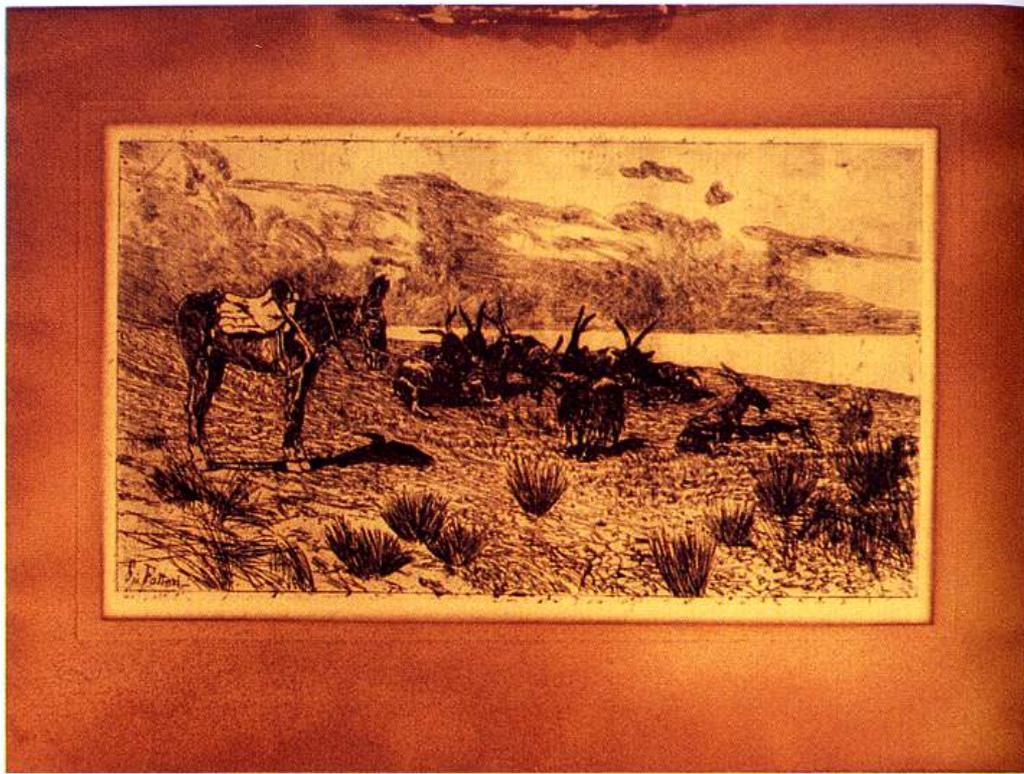
**Carta met  '800 imbrunita e infragilita a causa di sostanze impiegate per la fabbricazione.**



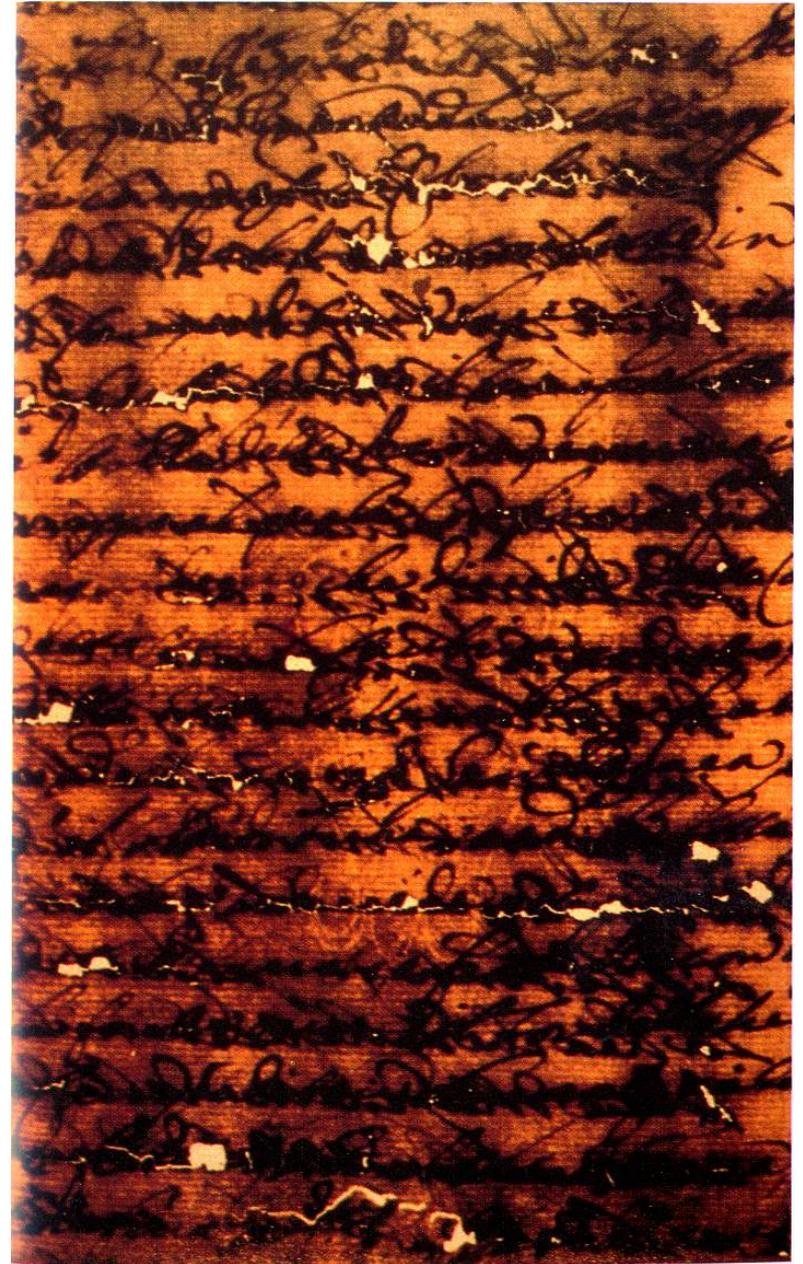
**Libro (1921) con carta imbrunita a causa dell'azione di sostanze inquinanti di origine esterna.**

Carta

## Degrado

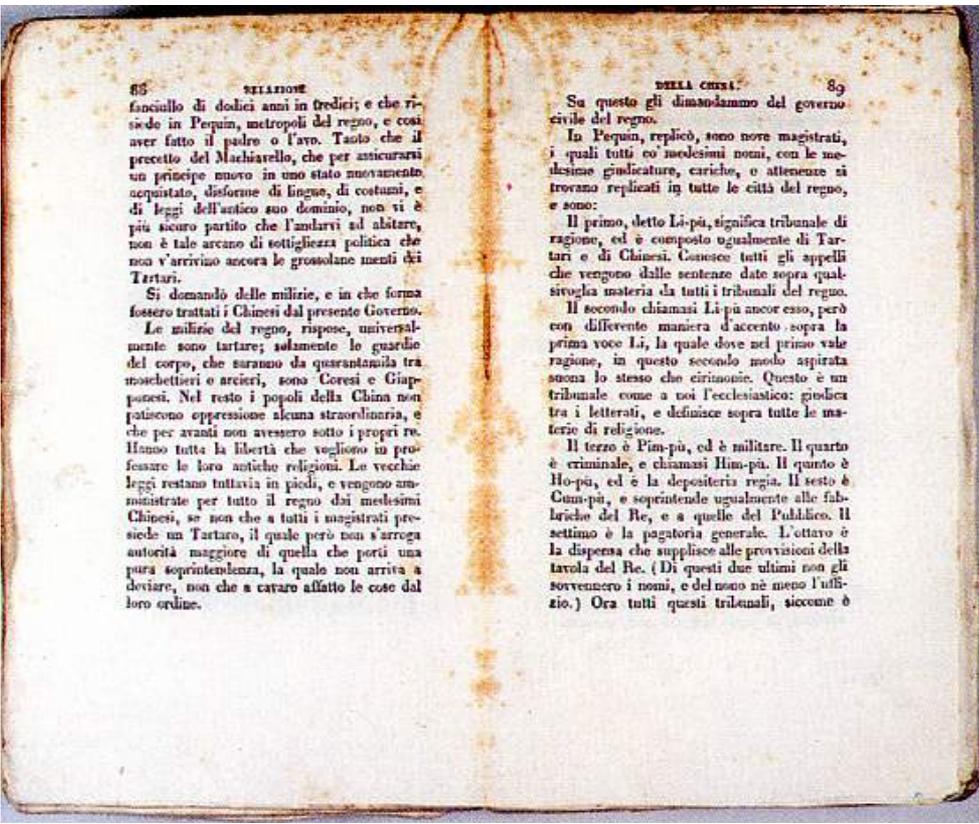


**Stampa di G. Fattori (1825 - 1908)  
imbrunita a causa del contatto con  
cartone di pasta “acida”**



**Manoscritto della metà dell'Ottocento  
perforato dall'inchiostro acido**

# Degrado



Macchie prodotte da infiltrazione di polvere tra le pagine di un libro (foxing)

Genm. Febb. Vol IV 1922  
 Autore Coll. prov.

ARCHIVES DES SCIENCES...

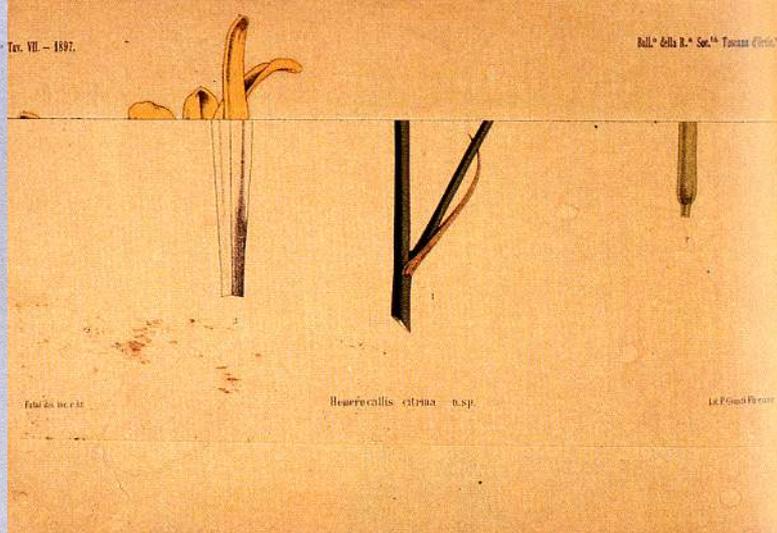
E 178 Fabbr.	X	8) CONTROLLO PAGINE 11	
ze.....		9) RATTOPPO	X
pie.....		10) CONTROLLO RATTOPPO	
nti.....		11) LEGATORIA	
CO DI CARTE	X		
IO		12) CELLA DI FUMIGAZIONE	
MENTO Vagjell.	X	13) LAVORAZIONE INTERROTTA	
		PER.....	
AMENTO		BUSTE ALLEGATE	
		SPIANAMENTO	

Effetto combinato di polvere e luce

Carta



**Stampa di fine '800 con imbrunimento da esposizione a luce.**



**Imbrunimento e decolorazione da esposizione a luce.**





**Tempera su carta di fine '800. Conservazione in condizioni ambientali non idonee e l'arrotolamento hanno prodotto lacerazioni e ondulazioni.**

## Degrado



**Volume manoscritto del 17° sec, diffusamente attaccato da microrganismi anche a causa di ambiente di conservazione eccessivamente umido.**

**Carta attaccata da tarli**



## -Idrolisi:

*riduzione della lunghezza delle catene*

*produzione acido glicolico ed esteri di cellulosa*

*acidi del cloro per idrolisi durante sbiancamento*

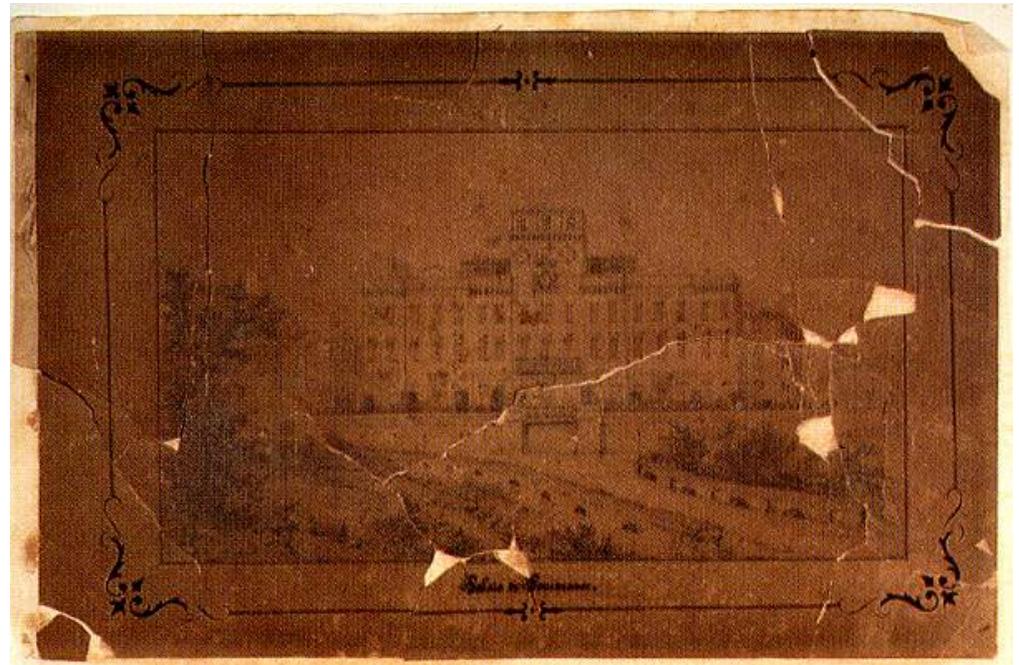
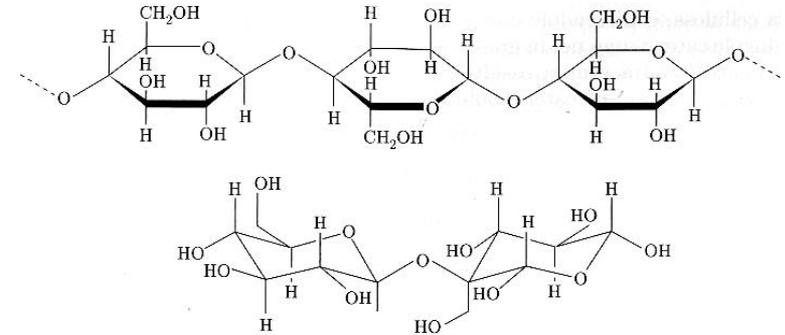
## EFFETTI

*riduzione della resistenza della carta*

*maggior igroscopicità della carta*

*maggior instabilità generale della carta*

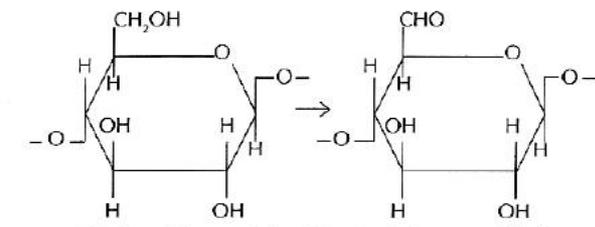
*imbrunimento da sostanze acide*



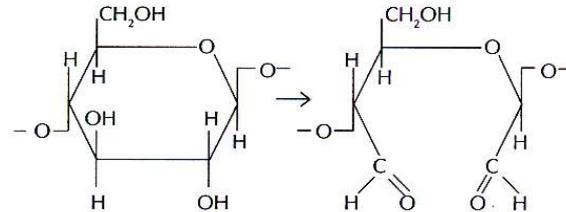
# Degrado

## -Ossidazione:

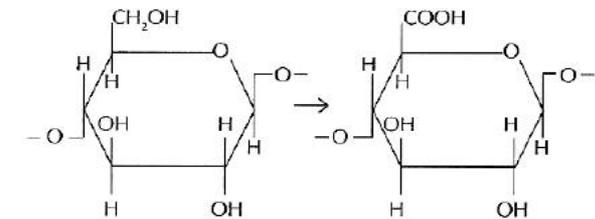
*vari meccanismi legati a sostanze sia interne sia esterne.*



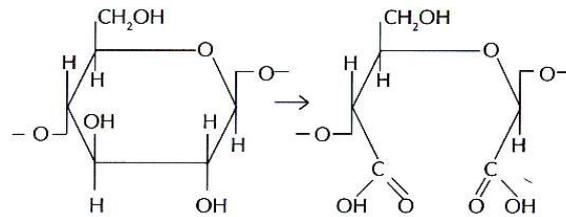
ossidazione dei gruppi alcolici primari in gruppi aldeidici



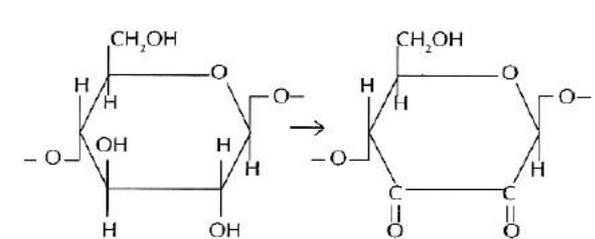
ossidazione dei gruppi alcolici secondari in gruppi aldeidici con rottura del legame C-C



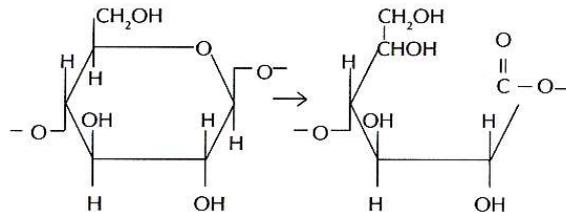
ossidazione dei gruppi alcolici primari in gruppi carbossilici



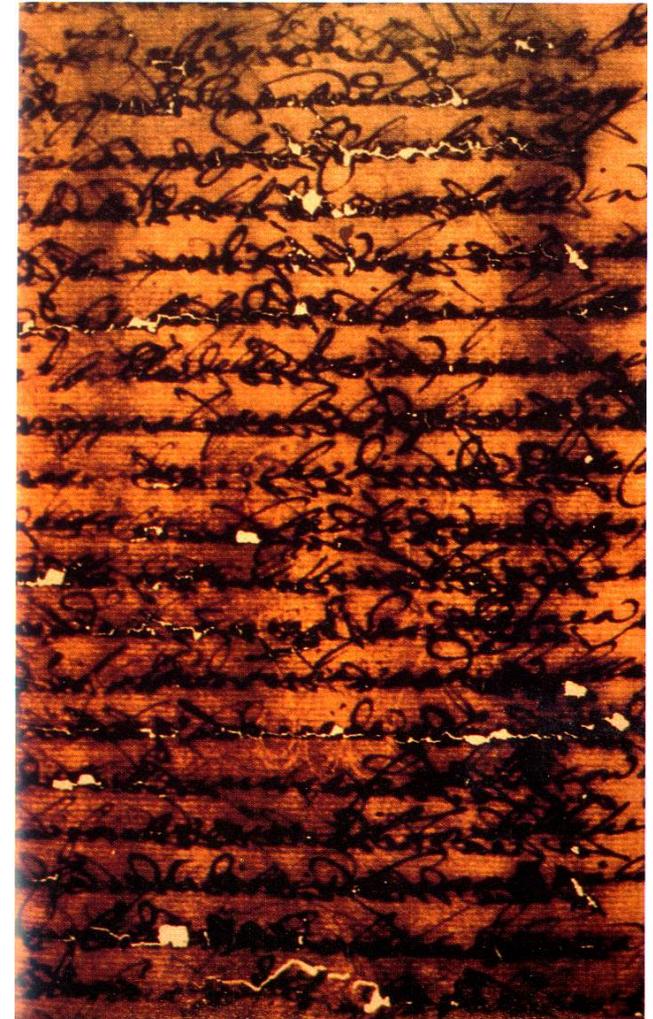
ossidazione dei gruppi alcolici secondari in gruppi carbossilici con rottura del legame C-C



ossidazione dei gruppi alcolici secondari in gruppi chetonici



ossidazione del gruppo C con rottura dell'anello e formazione di un gruppo estere



## EFFETTI

*decolorazione (viraggi verso il chiaro)*

*inbrunimento da inchiostri e da sostanze inquinanti ext.*

## Degrado

### -Deformazione delle fibre:

assorbimento o perdita di acqua

rottura dei legami tra catene cellulose



### *EFFETTI*

*riduzione della resistenza della carta*

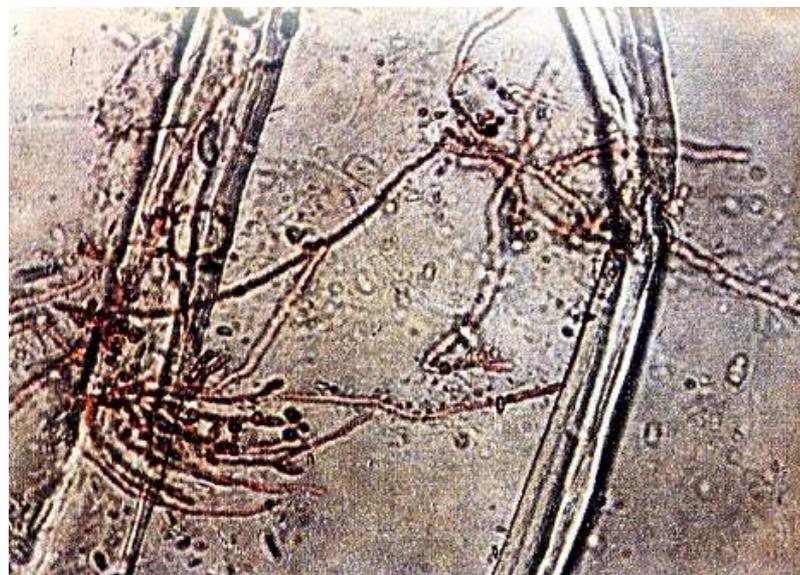
*maggiore rigidità*

*deterioramento diffuso (a seguito di cicli di espansione e contrazione)*

*variazioni dimensionali con ripercussioni anche su media eventuali*

### -Biodeterioramento:

- *vari meccanismi, legati a presenza di batteri e funghi che si sviluppano in presenza di acqua.*
- *reazioni indotte da metaboliti e fermentazione*
- *macrodanneggiamenti da insetti*



### EFFETTI

*riduzione della resistenza, rotture diffuse e piegature della carta  
saldatura tra fogli;  
pigmentazione con importanti cambiamenti cromatici.  
ulteriori reazioni di idrolisi  
asportazioni di frammenti macroscopici*

## -Fotodeterioramento:

- *fotolisi: rottura di legami chimici forti (C=C; C=O ...)*
- *fotossidazione: reazioni indotte da delocalizzazione elettronica prodotta dalla radiazione luminosa;*
- *fotosensibilizzazione: creazione di radicali liberi che rendono particolarmente reattiva la carta*

