

# *I MICRORGANISMI:*



*AMICI*

*O*



*NEMICI*

*DEL PATRIMONIO CULTURALE ???*



**Il patrimonio culturale è costituito da  
beni culturali e beni paesaggistici**

## **Beni culturali**

**L'insieme di immobili e mobili di vario tipo che presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e altre cose individuate quali testimonianze aventi valore di civiltà**

## **Beni paesaggistici**

**L'insieme di immobili e aree di vario tipo costituenti espressione dei valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio**

# Classificazione dei materiali costituenti i beni culturali

- **Materiali lapidei**
- **Materiali metallici**
- **Materiali cellulosici e proteici (carta, legno, seta, ecc.)**
- **Materiali compositi (pitture)**
- **Altri materiali organici e inorganici**



# Deterioramento dei beni culturali

## ✓ Processi abiotici

- chimici    ➡ trasformazione chimica dei materiali
- fisici     ➡ danni meccanici e strutturali

## ✓ Processi biotici

- animali (insetti, roditori, uomo)
- vegetali superiori
- microrganismi (batteri, alghe, funghi e licheni)

# Interazioni microrganismi-beni culturali

## I microrganismi

- ❖ sono presenti in tutti gli habitat
  - ❖ sono metabolicamente molto versatili
    - ❖ possono insediarsi su substrati culturali
- ❖ possono colonizzare tutti i tipi di manufatti (dai siti archeologici alle miniature, dalle pergamene ai monumenti di pietra, dai libri ai tessuti, ecc.)



# **Attitudine di un materiale ad essere colonizzato da organismi viventi**

**dipende da:**

- **caratteristiche intrinseche del materiale**  
**composizione mineralogica, porosità, rugosità della superficie**
- **caratteristiche dell'ambiente dove è ubicato il materiale**  
**disponibilità di acqua, parametri ambientali quali luce, temperatura e nutrienti**
- **stato di conservazione del materiale**





## Dipinti murali



Grotte di Chauvet

# Grotte di Lascaux

**Scoperte nel 1940,  
aperte nel 1948 e  
chiuse nel 1963**



**ruolo dei microrganismi nel  
deterioramento del patrimonio  
culturale**

**primavera 2001: un fungo e un  
batterio distruggeranno Lascaux?**





**Scoperta di una patina verde (“malattia verde”) ricoprente le porzioni dipinte**



**alga unicellulare *Bracteacoccus minor***

### **Cause dello sviluppo della patina**

- **Introduzione di suolo e di composti organici e aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> dovuti all'ingresso del pubblico**
- **presenza continua di luce in seguito all'allestimento di un sistema di illuminazione**

➤ **Queste situazioni hanno creato i presupposti per lo sviluppo di microrganismi**

# Cause di degrado dei dipinti

- **Deterioramento e distruzione dei supporti**
- **Perdita di coesione e di adesione degli strati preparatori**
- **Perdita di coesione e di adesione degli strati pittorici**
- **Alterazioni dei valori cromatici dei pigmenti**
- **Alterazioni delle vernici e delle rifiniture**



# Principali fattori di degrado dei dipinti

- ✓ Danni statici al supporto
- ✓ Condensa superficiale
- ✓ Umidità di risalita
- ✓ Efflorescenze saline
- ✓ Depositi superficiali
- ✓ Erosione da agenti atmosferici
- ✓ Viraggi del colore
- ✓ **Danni da agenti biodeteriogeni**

# Danni causati dai microrganismi ai dipinti

## Danni estetici

- ✓ Decolorazione dei pigmenti
  - ✓ Velatura delle superfici
- ✓ Formazione di patine o croste colorate
  - ✓ Formazione di macchie

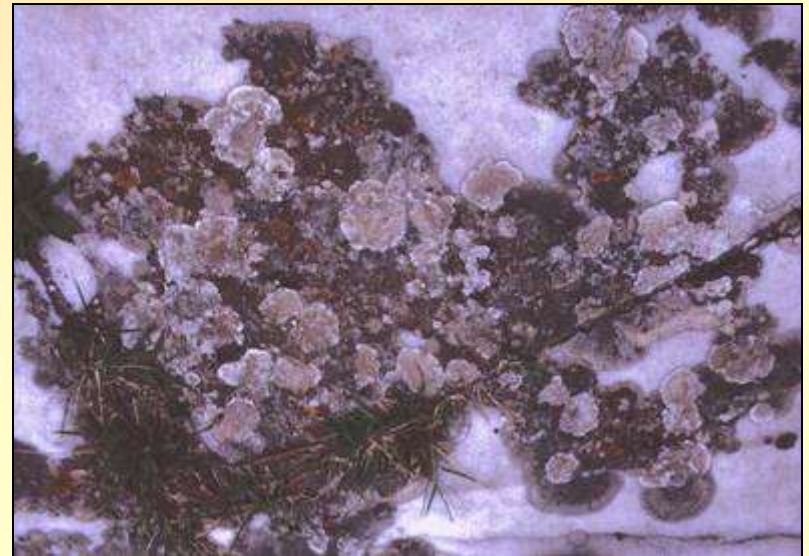
## Danni strutturali

- ✓ Fratturazione o fessurazione degli strati pittorici
  - ✓ Formazione di rigonfiamenti
- ✓ Degradazione dei polimeri di supporto o di colle e leganti e conseguente distacco dello strato pittorico dal supporto

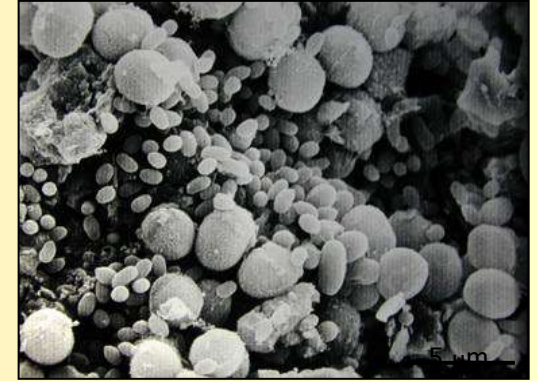


# Colonizzazione biologica

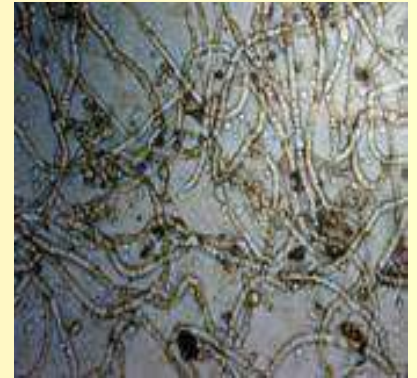
Presenza osservabile a occhio nudo di micro-  
e/o macro-organismi  
(alghe, funghi, licheni,  
muschi, piante superiori)



## Batteri



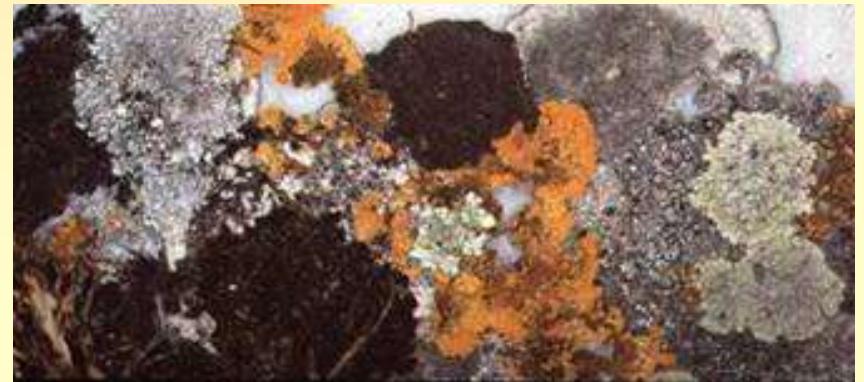
## Alghe



## Funghi



## Licheni





# Patina biologica

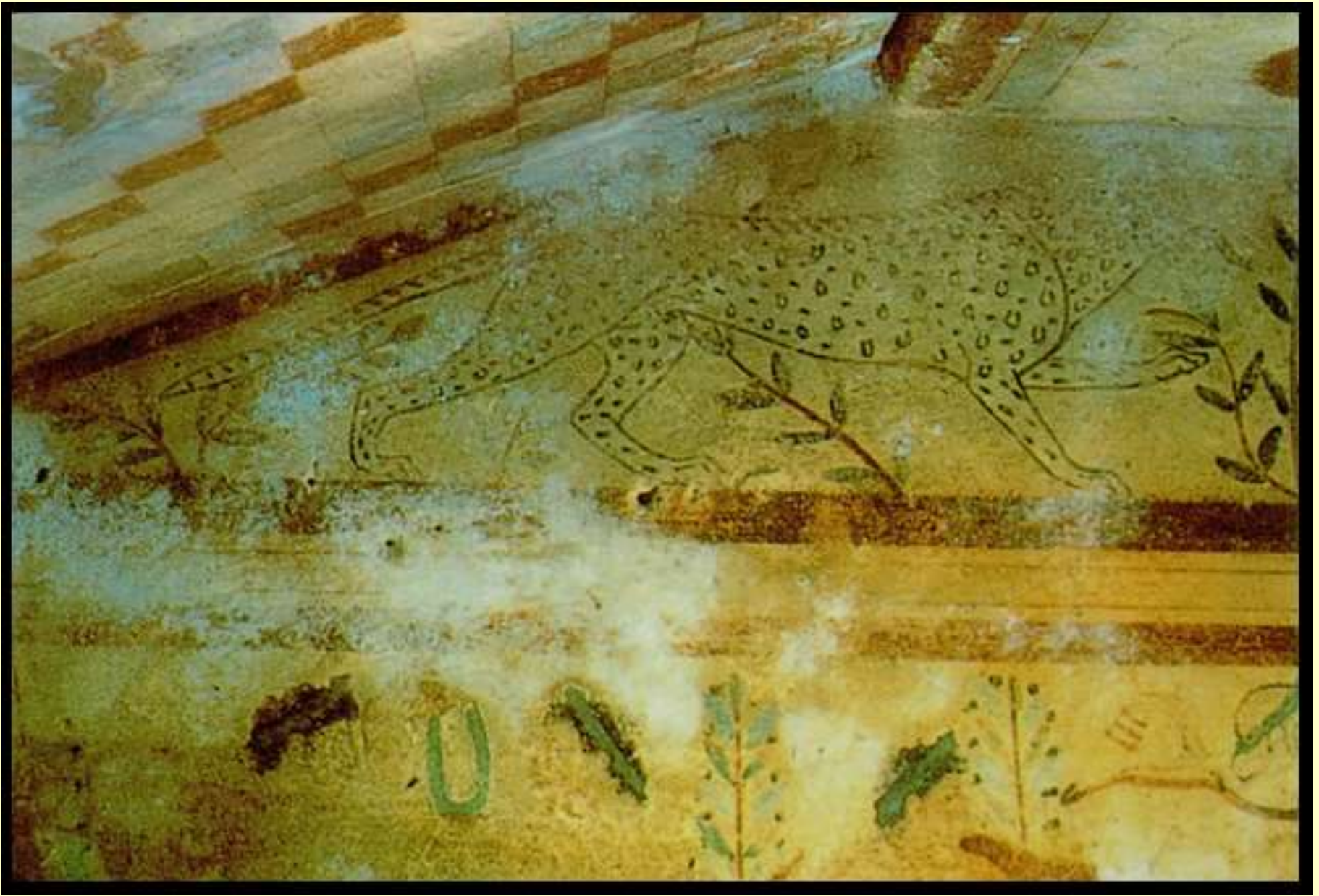




**Patine nere su dipinto murale dovute allo sviluppo fungino (Sacro Monte, Varallo Sesia, Novara)**

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore

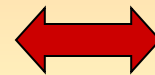
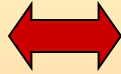




**Efflorescenze biancastre dovute alla crescita di Attinomiceti**

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore

**Patine bianche di  
attinomiceti su dipinti  
murali in una grotta  
scavata nella roccia  
(Dambulla, Sri Lanka)**



**Macchie scure dovute ad  
un attacco fungino su  
affreschi (Sacro Monte,  
Varallo Sesia, Novara)**

**Da Caneva et al., “Il controllo del  
degrado biologico”, Nardini Editore**





## Crescita di alghe in un ambiente ipogeo

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore

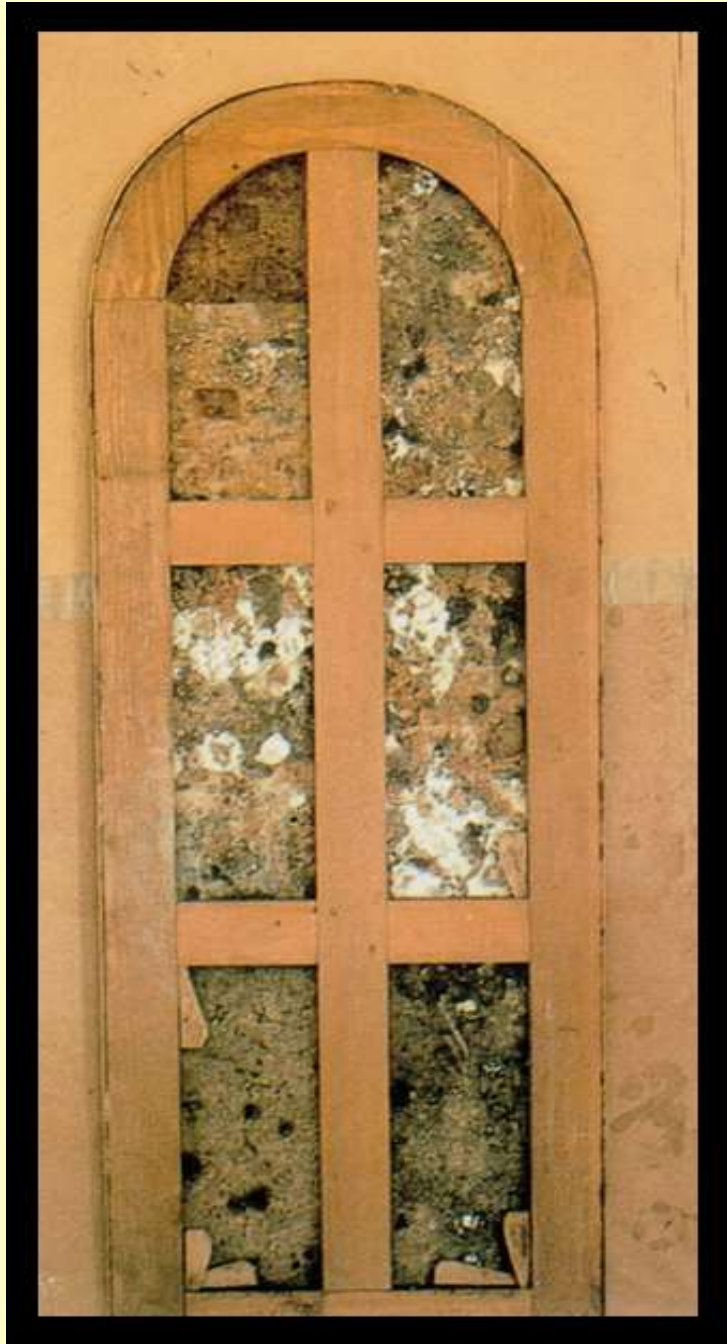


**Attacco algale su  
affreschi dell'XI secolo,  
Basilica inferiore di  
San Clemente, Roma)**

**Da Caneva et al., “Il controllo del  
degrado biologico”, Nardini Editore**







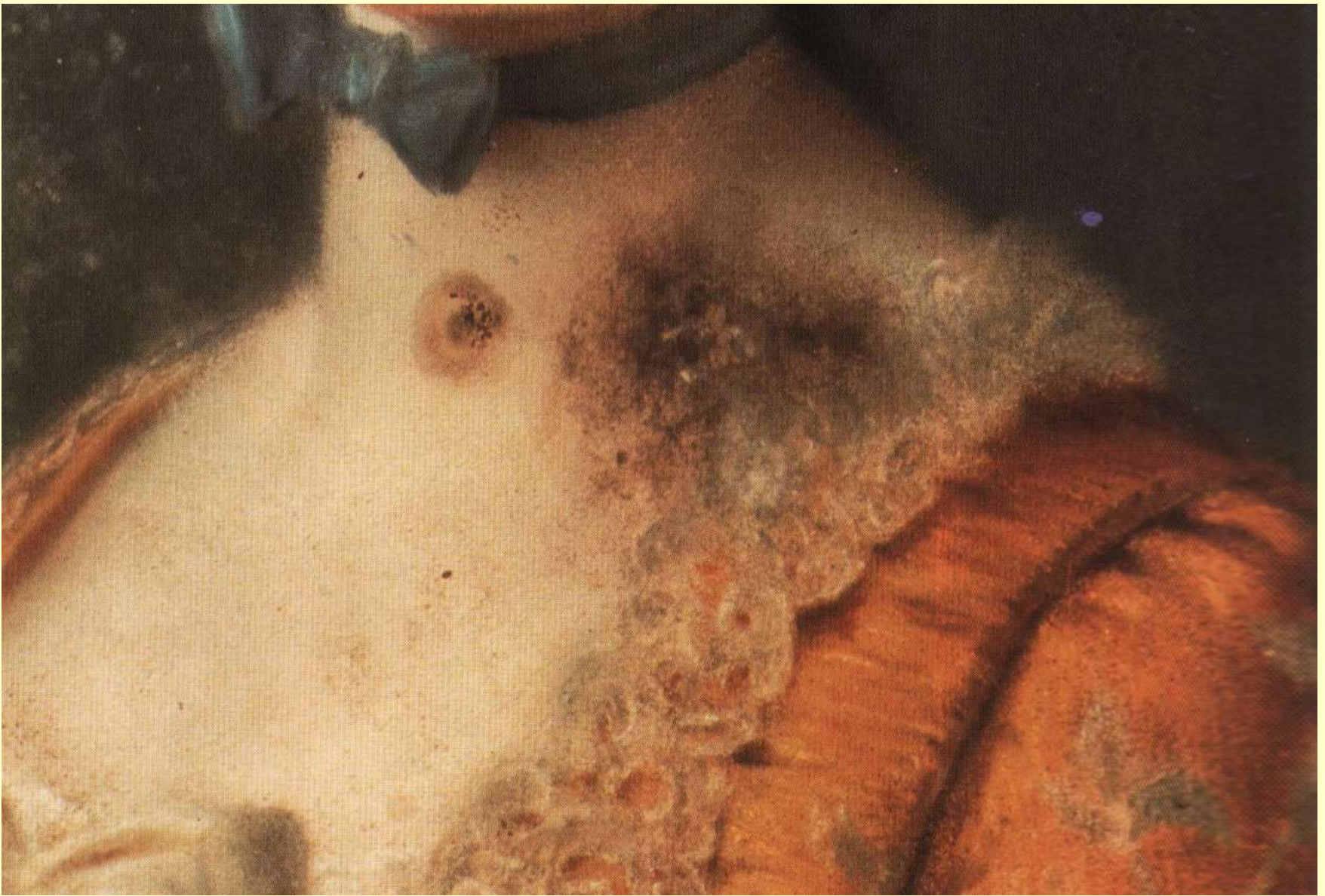
Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore



**Crescita di funghi su una tela dipinta con conseguente distacco della pellicola pittorica**

Da Caneva et al., "La Biologia nel restauro", Nardini Editore





**Pergamena dipinta che presenta lo sviluppo di due colonie fungine**

# Fattori che favoriscono la crescita

## ➤ **Sostanze organiche** componenti un dipinto

### Tipo di sostanza

Cellulosa

Amido

Gomme

Saccarosio

Glucosio

Glicerina

Gelatine

Olio di lino

Uovo

### Presenza

nelle tele, nelle tavole e nella carta di  
supporto ai dipinti

nelle colle

nei dipinti a tempera come legante

nei colori a tempera

negli acquerelli

negli acquerelli

nella carta e nella tela come colla,  
nelle terre

nei colori ad olio

nei colori a tempera come legante

## ➤ **Condizioni ambientali** nelle quali è inserito il dipinto:

**umidità, temperatura, luce, pH**



**Il miglior approccio per la conservazione è la prevenzione**

**operazioni che evitano o rallentano lo sviluppo,  
e quindi l'attacco, biologico**

**operazioni che evitano lo sviluppo di condizioni ambientali  
favorevoli alla crescita dei microrganismi**

**facile in ambienti interni,**

**più difficile in ambienti esterni**

**SUBSTRATO**

**COMPONENTI  
PRINCIPALI**

**ORIGINE**

CUOIO  
PERGAMENA

PROTEINE

ANIMALE

TESSUTI

CARBOIDRATI,  
PROTEINE

VEGETALE,  
ANIMALE

METALLI

METALLI PURI,  
LEGHE

MINERALE

VETRO

SILICATI

MINERALE



# CUOIO, PERGAMENA

**FONTI**

*PELLE DI ANIMALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*PROTEINE (COLLAGENE....)*

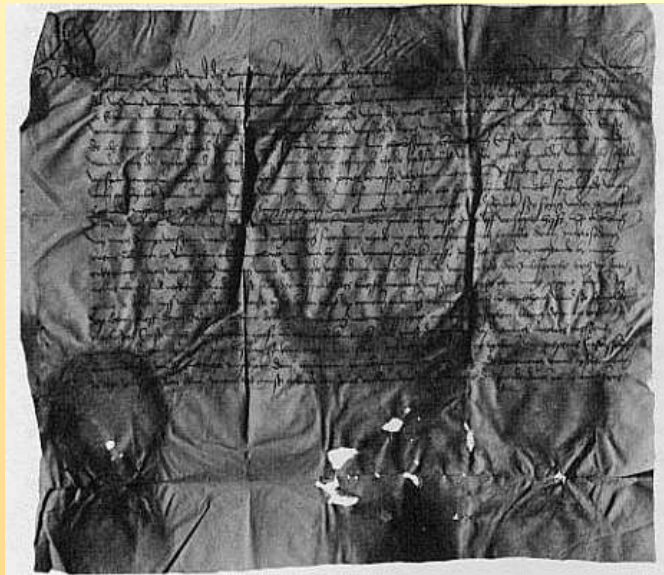
**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLE PROTEINE*

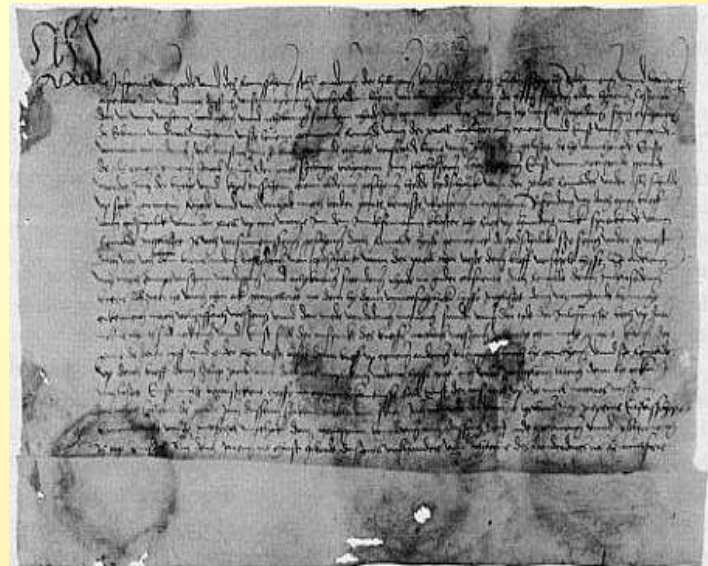
**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*

**Documento medievale di pergamena...**



**...prima del trattamento e**



**...dopo il trattamento**

# TESSUTI: COTONE, LINO....

**FONTI**

*PIANTE SUPERIORI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*CARBOIDRATI (CELLULOSA....)*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLA CELLULOSA*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*



**Macchie di funghi su  
di un tessuto**



# TESSUTI: LANA....

**FONTI**

*PELO DI ANIMALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*PROTEINE (CHERATINA....)*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLA CHERATINA*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*

## ...SETA

**FONTI**

*BOZZOLO DI INSETTI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*PROTEINE (SERICINA E FIBROINA)*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*IDROLISI DELLE PROTEINE*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*



## Macchie fungine su tessuto di seta

Da Caneva et al., “La Biologia nel restauro”,  
Nardini Editore

Fotografia al microscopio elettronico  
a scansione di seta colonizzata  
da microrganismi



Dr. M. Romanò, Stazione Sperimentale per la Seta, Milano



# METALLI

**FONTI**

*MINERALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*METALLI PURI, LORO  
COMPOSTI O LEGHE*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*CORROSIONE, OSSIDAZIONE,...*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI*

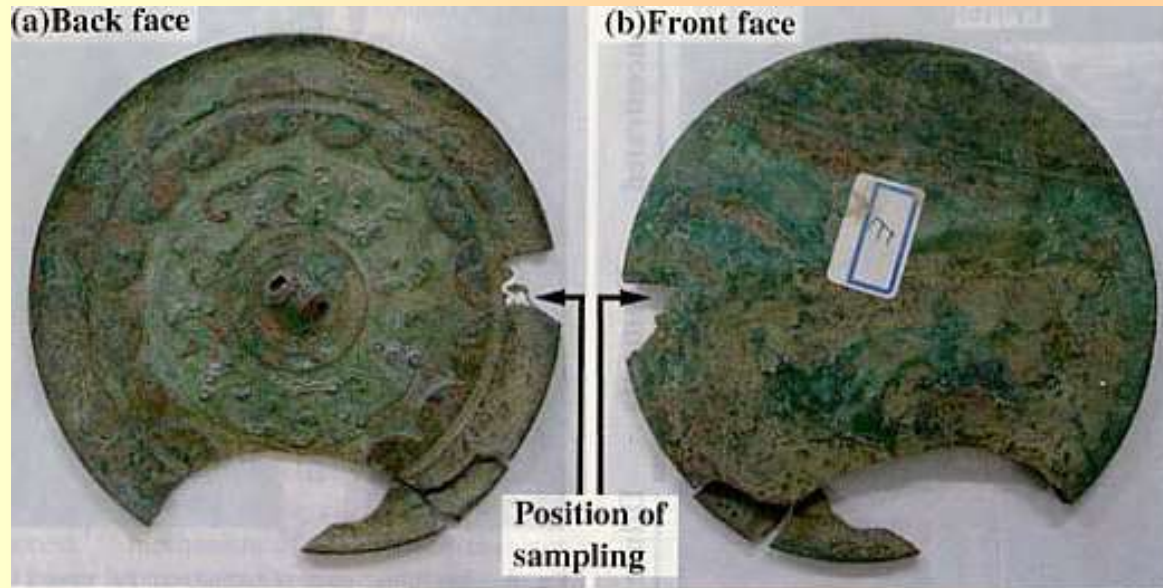


Fig. 1 Appearances of the ancient bronze mirror (KU-E) investigated here.

**Corrosione indotta da  
batteri di oggetti in bronzo  
rinvenuti durante scavi  
archeologici**

**Dr. M. Yokota, Takaoka College**

# VETRO

**FONTI**

*MINERALI*

**PRINCIPALI COMPONENTI**

*SILICATI*

**MECCANISMO DEL DEGRADO**

*CORROSIONE, LISCIVIAZIONE*

**AGENTI RESPONSABILI**

*BATTERI, FUNGHI*

**Porzione di una vetrata medievale...  
prima e dopo il restauro**







## CARTA

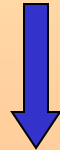


## LEGNO

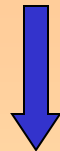


# PER STUDIARE MODALITA' D'ATTACCO E MECCANISMO D'AZIONE DEI MICRORGANISMI

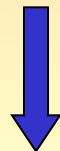
ISOLARE, IDENTIFICARE E  
CARATTERIZZARE LE SPECIE MICROBICHE



MODELLI

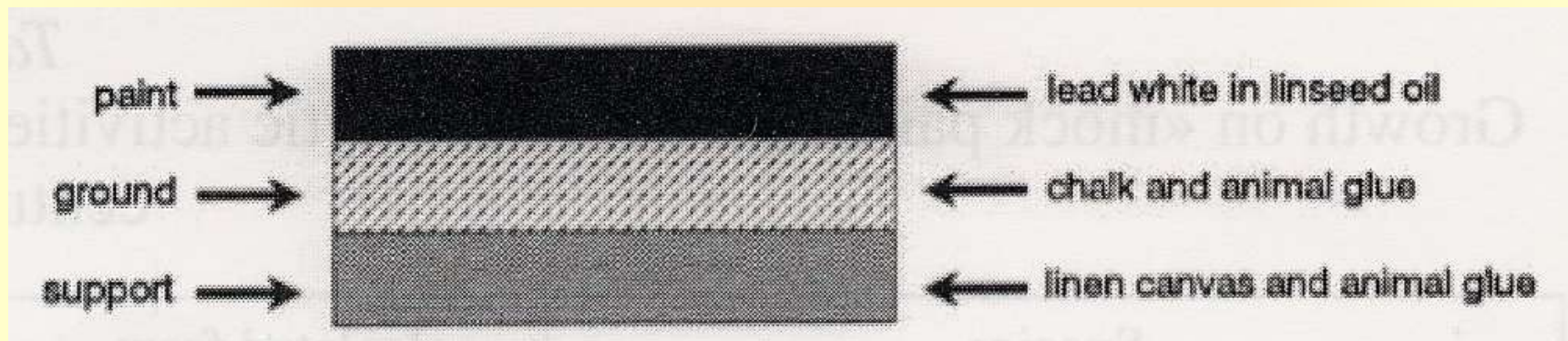


INOCULO DELLE SPECIE  
MICROBICHE ISOLATE



VERIFICA DEL DEGRADO





**Rappresentazione schematica di un “finto quadro”**

*I MICRORGANISMI sono NEMICI !!!!*



*Aiuto!!! C'è il batterio  
mangia-grotte!!!...*

*...SIAMO PROPRIO  
SICURI????*





*Blessed were the ancients,*

*for they did not have the antiquities*