

*I MICRORGANISMI sono NEMICI !!!!*



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

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



# **Batteri come agenti per la pulitura degli affreschi:** ***Il Biorestauro***

**RIMOZIONE BIOLOGICA DELLE  
SOSTANZE ORGANICHE  
INDESIDERATE**

*In-situ:* affresco, colla animale

# PISA - CAMPOSANTO MONUMENTALE

## Restauro degli affreschi distaccati dalle pareti dei corridoi interni

Intervento eseguito dai gruppi della Prof.ssa C. Sorlini (Università Statale di Milano)  
e del Prof. G. Ranalli (Università del Molise)

Ranalli G, Alfano G, Belli C, Lustrato G, Colombini MP, Bonaduce I, Zanardini E, Abbruscato P, Cappitelli F, Sorlini C. [Biotechnology applied to cultural heritage: bio restoration of frescoes using viable bacterial cells and enzymes.](#) J Appl Microbiol. 2005;98(1):73-83.





**Superficie degli affreschi praticamente illeggibile a causa delle muffe e delle efflorescenze saline causate dai materiali impiegati nel precedente restauro.**

**Macchie bianche  
costituite da carbonato  
di calcio proveniente  
dal retrointelaggio già  
parzialmente  
trasformato in vaterite.**

**Destinate a diventare  
calcite irreversibile che  
può ottundere tutta la  
superficie pittorica.**







**Annerimento dovuto anche a depositi di particolato atmosferico e ai residui di colla animale utilizzata per il distacco dal muro.**





**Sollevamenti di superficie pittorica, causati dal degrado della caseina e dalla presenza di residui di colla utilizzata nello strappo dal muro.**

- ✓ **Identificare la coltura batterica più efficace**
- ✓ **Stabilire la durata ottimale dell'applicazione**

**Tamponi di cotone idrofilo utilizzati per le bio-applicazioni**

**Verifica della colla adsorbita dal cotone per effetto dell'attività di biopulitura, a tempi successivi di contatto e per specie batteriche differenti**

**Test con *Pseudomonas stutzeri* A29:**

**il batterio ha eliminato tutta la colla senza alterare il substrato**

**Dopo la sperimentazione su aree campione si passa alla preparazione della sospensione batterica selezionata da applicare sull'intera superficie del dipinto.**





**Fasi di applicazione della  
sospensione batterica  
sulla superficie dell'affresco**





Fasi della rimozione della  
“compressa” e delle tele, liberate  
dalla colla animale







La qualità della pittura non lascia dubbi sulla validità dell'intervento

# Utilizzo di ENZIMI

## Papaina

Effetti discreti sui residui di colla ma l'enzima indeboliva il substrato attaccando anche la caseina

Protease Type XIV from *Streptomyces griseus*

Protease Type XIX from *Aspergillus sojae*

Collagenase Type IA from *Clostridium histolyticum* and Type V

Lypase Type VII from *Candida cylindracea*





**Due volti in dettaglio prima  
del trattamento**



**Lo stesso dettaglio  
dopo il trattamento**



**Il recupero è di grande rilievo, considerando che l'affresco era destinato a restare coperto dall'intelaggio a colla.**

**a) Cellule batteriche vitali**

**b) Enzimi specifici**

**Costi 1:3:10**

**Batteri:Proteasi:Collagenasi**





Pietà Rondanini di Michelangelo,  
Castello Sforzesco - Milano

## *RIMOZIONE BIOLOGICA DEI SOLFATI:*

impiego di batteri solfato-riduttori

Intervento eseguito dal gruppo della Prof.ssa  
C. Sorlini (Università Statale di Milano)

# APPLICAZIONE-TEST ALLA BASE DELLA STATUA

Carbogel colonizzato con  
*Desulfovibrio vulgaris*

Velina bagnata  
Cotone bagnato  
Pellicola di plastica





# *I MICRORGANISMI sono AMICI !!!*



**Un batterio  
mangiapolvere  
per salvare statue  
e affreschi**



Pietà Rondanini di Michelangelo,  
Castello Sforzesco - Milano

*sono... RESTAURATORI INVISIBILI !!!*