

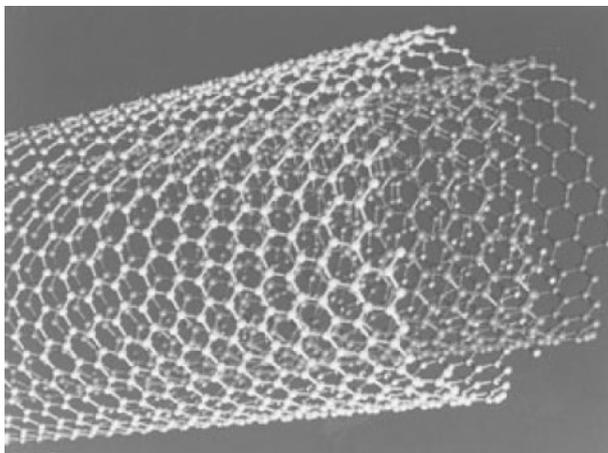
# Nanotecnologie al servizio dei Beni Culturali

Relatrice: Maria Laura Santarelli

30 Maggio 2017 ore 11.00

**FP1640985001**  
**#Sharing3FVG**

## Nanotecnologie per i Beni Culturali - Cosa sono i nanomateriali



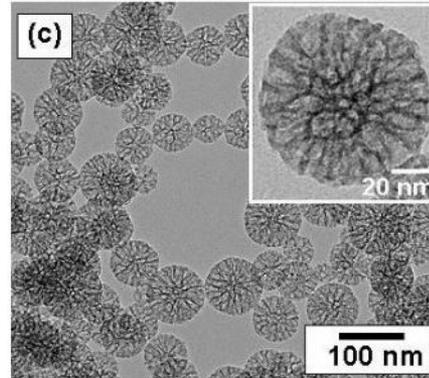
> I Nanomateriali: materiali con almeno una dimensione nell'intervallo 1-100 nm.

> Il 18 ottobre 2011 la Commissione europea ha adottato la seguente definizione di un nanomateriale:

“Un materiale naturale, casuale o prodotto contenente particelle, in uno stato slegato o come aggregato o come agglomerato e dove, per il 50% o più delle particelle nella distribuzione delle grandezze numeriche, una o più dimensioni esterne sono nell'intervallo di grandezza 1 nm - 100 nm. In casi specifici e dove giustificato da preoccupazioni per l'ambiente, la salute, la sicurezza o la competitività la soglia di distribuzione delle grandezze numeriche del 50% può essere sostituita da una soglia tra l'1 e il 50%”.

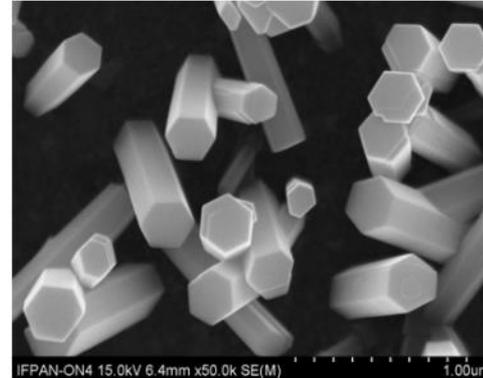
# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Classificazione

**0-D**  
Tutte le dimensioni (x, y, z) nanometriche  
 $d \leq 100 \text{ nm}$



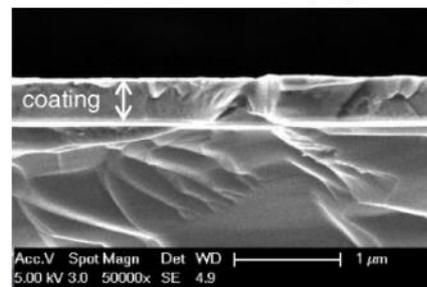
Nanoparticelle

**1-D**  
2 dimensioni (x, y) nanometriche, L non  
nanometrica;  $d \leq 100 \text{ nm}$



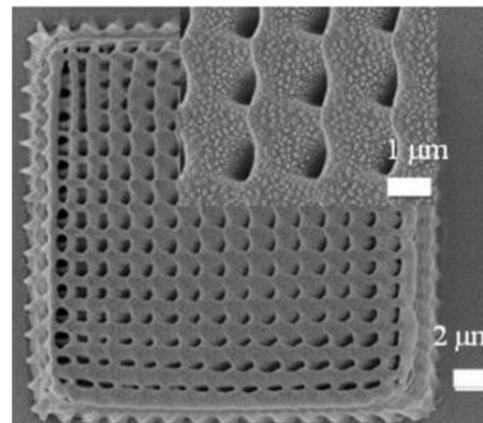
Nanotubi, nanofili, nanobacchette

**2-D**  
1 dimensione (spessore t) nanometrica, le  
altre due non nanometriche;  $t \leq 100 \text{ nm}$



Nacoatings e nanofilms

**3-D**  
Nessuna dimensione di bulk nanometrica

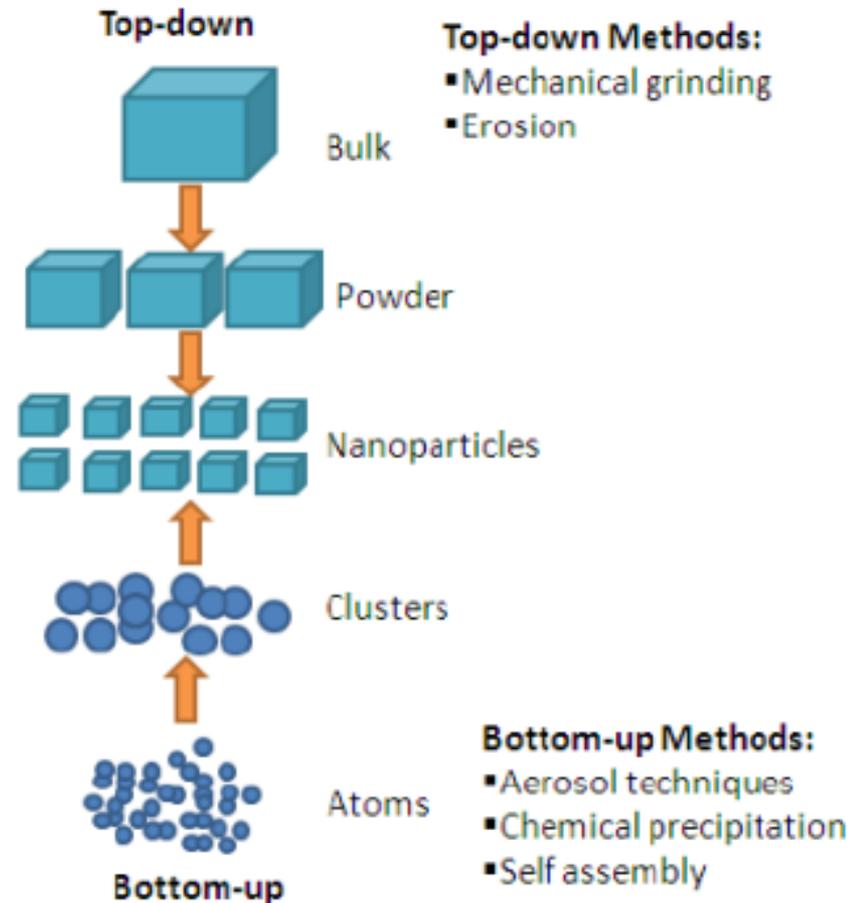


Nanocompositi e materiali nanocristallini

# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Nanotecnologia

## La Nanotecnologia:

studio dei fenomeni e della manipolazione dei materiali a livello atomico e molecolare.



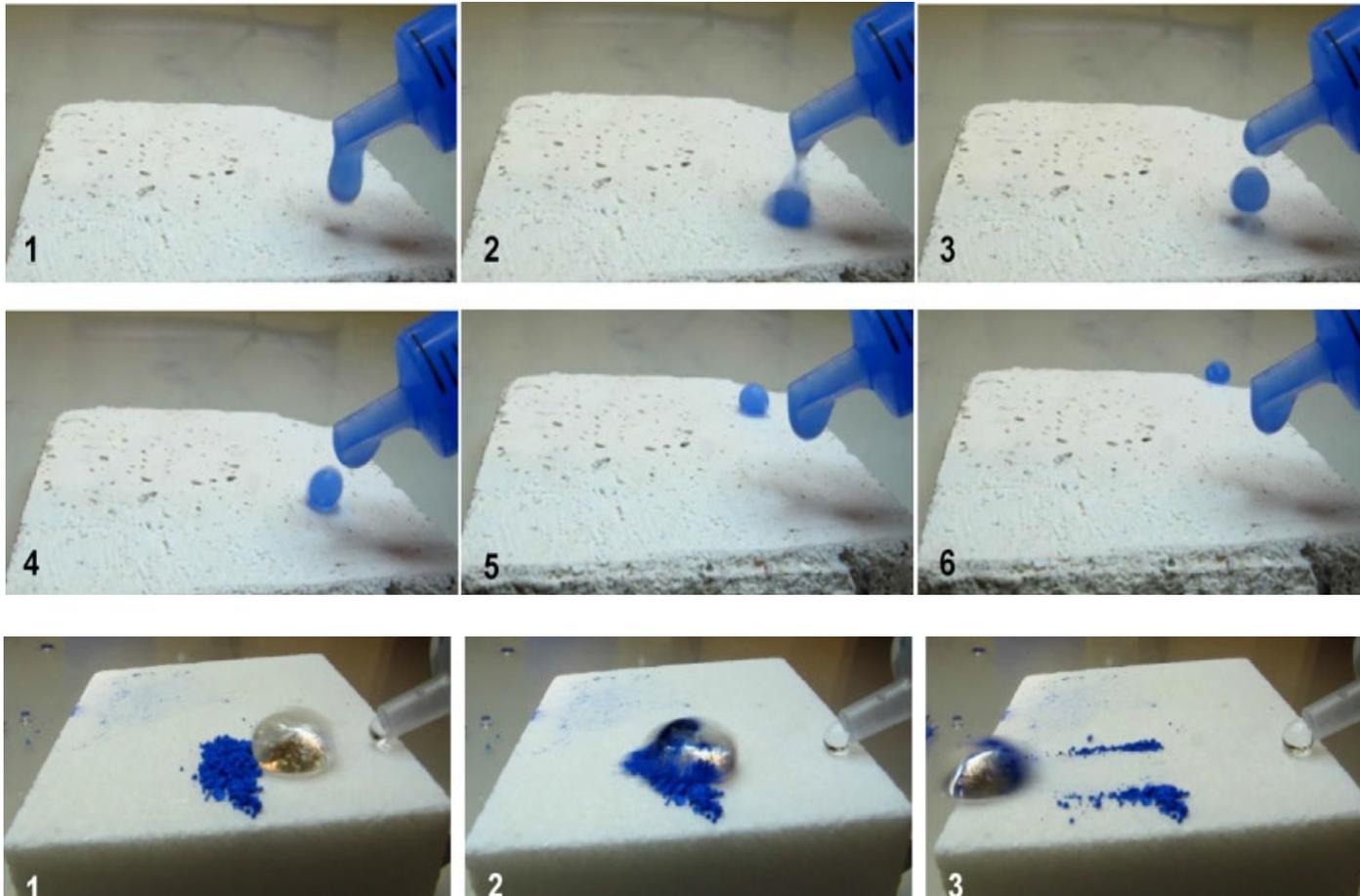
## Nanotecnologie per i Beni Culturali - Nanoparticelle

Prodotto	Applicazioni
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ , $\text{Mg}(\text{OH})_2$	Consolidamento di rocce carbonatiche, marmi, malte, etc. tele pittoriche, pitture murali, legno, carta
$\text{Ba}(\text{OH})_2$	Consolidamento di rocce carbonatiche e pitture murali con eliminazione di sali
$\text{Sr}(\text{OH})_2$	Consolidamento con eliminazione dei sali in pietra, pitture murali, rivestimenti in gesso e deacidificazione di pietre carbonatiche, malte e ceramiche
Ferrite	Trattamenti di pulitura sulle tele
$\text{SiO}_2$	Consolidamento delle rocce silicatiche, delle malte e delle superfici lapidee
$\text{SiO}_2$ -funzionalizzata	Coatings in sistemi nano compositi silice-polimero con proprietà biocida, antimicrobiche, autopulente ed idrofobiche
$\text{MgO}$ , $\text{PdO}$ , $\text{ZnO}$ , $\text{Ag}$	Biocidi
Nanodiamanti	Consolidamento, deacidificazione e pulizia di carte e pergamene antiche con attività biocida
$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$	Deacidificazione di carte (anche dipinte)
$\text{TiO}_2$	Biocida, self-cleaning, fotocatalisi

## Nanotecnologie per i Beni Culturali – Film Smart Surface

- > **solvente**, soprattutto gli alcool e soluzioni acquose in presenza di surfattanti;
- > **polialchilsilossani/polisilani**, in cui generalmente rientrano e vengono utilizzati prodotti commerciali storicamente già impiegati nel consolidamento dei beni culturali, quali **Rhodorsil®**, **Rhodia Silicones®**, **Glymo®**, **Dynasylan®**, **SILRES®**, **TEOS**;
- > **resine acriliche**, come il **Paraloid B72®** (copolimero metilmetacrilato/etilmetilacrilato 30/70);
- > **poli(uretano carbonato)**, recentemente utilizzato come coating per il tufo;
- > **ibridi**: sono una nuova classe di materiali sempre più interessanti per le loro straordinarie proprietà derivanti dalla combinazione di diversi *building blocks*. Generalmente vengono utilizzati disperdenti misti di silossani/silani con resine acriliche ed in alcuni lavori sono presenti composti fluorurati, che da soli non avrebbero adesione (ad esempio il prodotto **SILRES BS38®** che è una miscela di silani, silossani e fluoropolimeri (< C8)).

# Nanotecnologie per i Beni Culturali – **Film Smart Surface**



A.Chatzigrigoriou, P. N. Manoudis, I. Karapanagiotis, *Macromol Symp* (2013) 331, 158.

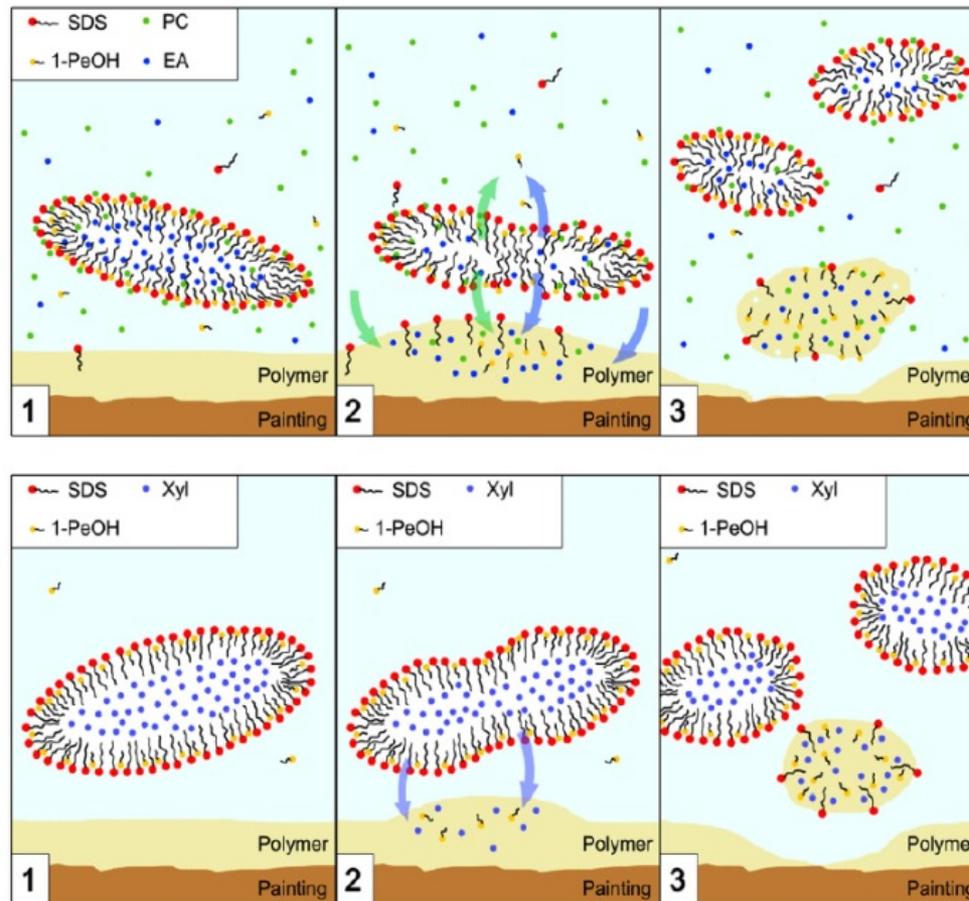
# Nanotecnologie per i Beni Culturali - **Nanomateriali**

## *Fluidi*

- > I principali meccanismi coinvolti nella rimozione di sporcizia e suolo oleoso possono essere:
- > **emulsione**: il meccanismo comporta l'interazione degli aggregati tensioattivi (micelle) con la fase "olio".
- > **solubilizzazione**: il terreno oleoso viene solubilizzato nel cuore idrofobico di una microemulsione.
- > **la rimozione dei polimeri** può comportare processi più complessi

# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Microemulsioni

> Microemulsioni anioniche e non ioniche

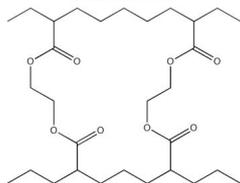


Palazzo G, Fiorentino D, Colafemmina G, Ceglie A, Carretti E, Dei L, et al. Langmuir 2005;21:6717

# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Gel fisici

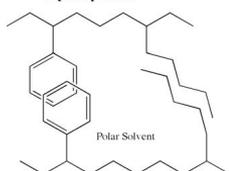
## Permanent Bonds = Chemical Gels

### Covalent bond

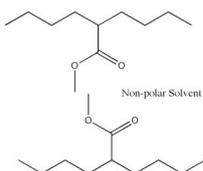


## Weak Interactions = Physical Gels

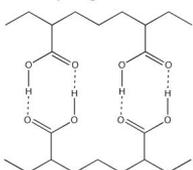
### Hydrophobic



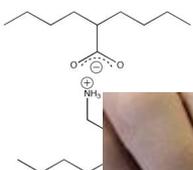
### Van der Waals



### Hydrogen bond



### Ionic



- > un gel è costituito da un solido (chiamato gelificante o addensante) che, disperso in un fluido, forma uno scheletro tridimensionale (3D) o, secondo la terminologia dell'Unione Internazionale di Chimica Pura e Applicata (IUPAC), "una rete o rete polimerica colloidale non fluida che è espansa attraverso tutto il suo volume da un fluido".

- » Carbopols® e i solvent gel
- » agar-agar (AgarArt®)
- » Gomma di gellano (Phytigel®)

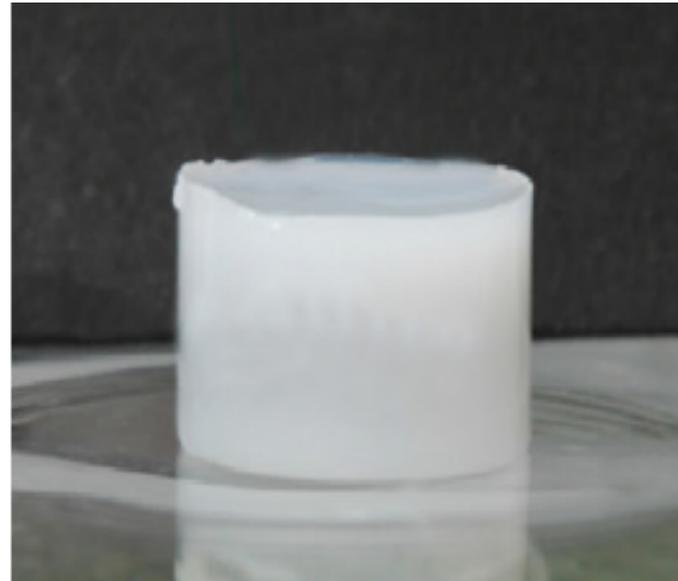


Piero Baglioni and David Chelazzi, Nanoscience for the Conservation of Works of Art, RSC Nanoscience & Nanotechnology No. 28, 2013.

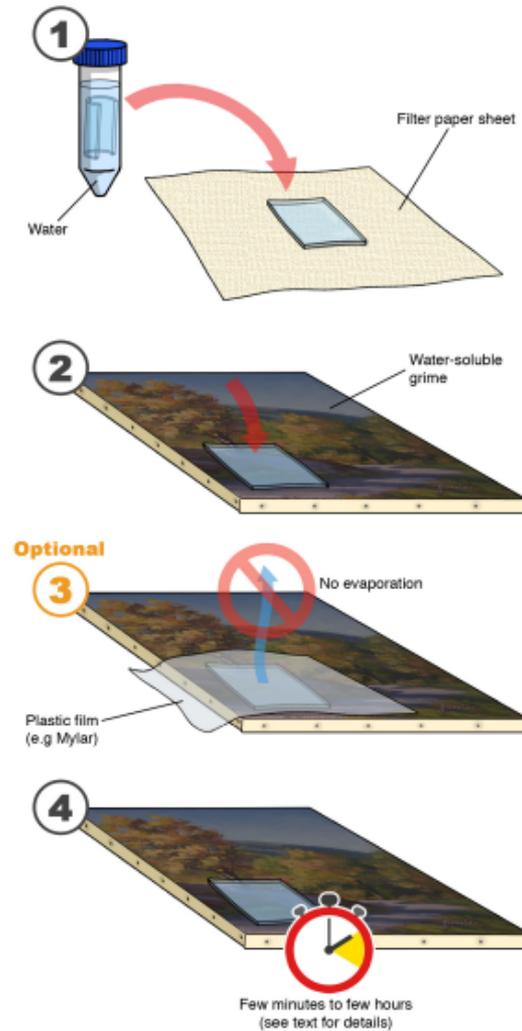
## Nanotecnologie per i Beni Culturali – Idrogel chimici

> p(HEMA)/PVP

gel efficaci nella rimozione di materiali con differenti proprietà chimico-fisiche, come i rivestimenti a base di idrocarburi idrofobici (cere), materiali proteici altamente polari (colle vegetali o animale) e naturali (dammar, mastice) o vernici sintetiche (acrilico e vinile).



# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Idrogel chimici



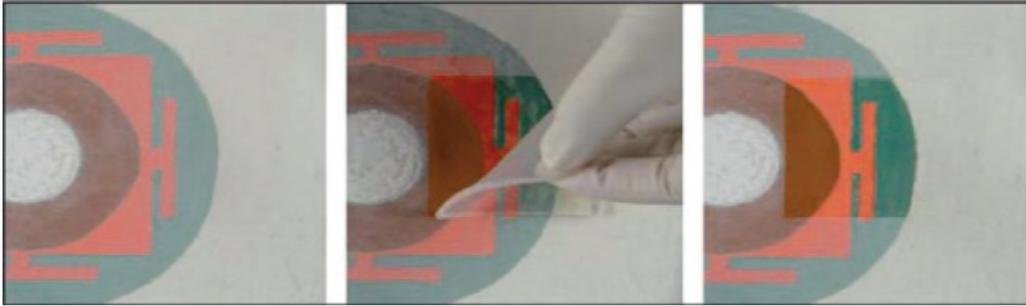
Piero Baglioni, David Chelazzi e Rodorico Giorgi. Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage: A Compendium of Materials and Techniques. Springer, 2014

## Nanotecnologie per i Beni Culturali - Esempi



**Dettagli delle pitture murali di Masaccio e Masolino nella Cappella Brancacci, Firenze. Il pannello in alto a destra mostra macchie di cera sotto la luce UV prima della pulizia. Il pannello inferiore a destra mostra la stessa zona dopo la pulizia con una microemulsione sotto luce visibile. A sinistra è riportata l'intera scena dopo restauro [P. Baglioni, D. Chelazzi, R. Giorgi, G. Poggi, Langmuir (2013) 29, 5110].**

## Nanotecnologie per i Beni Culturali - Esempi



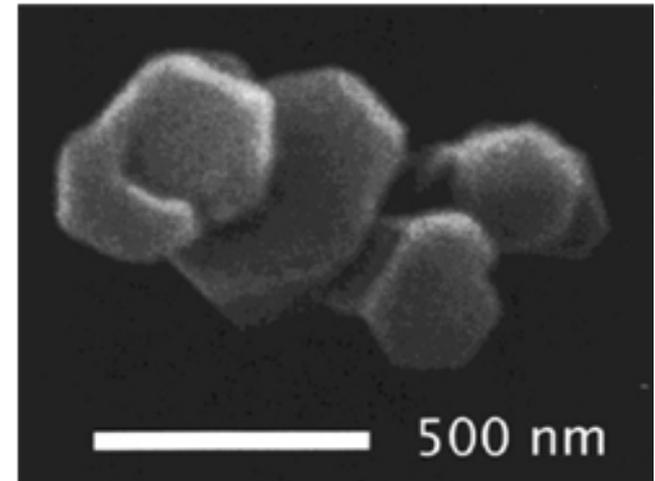
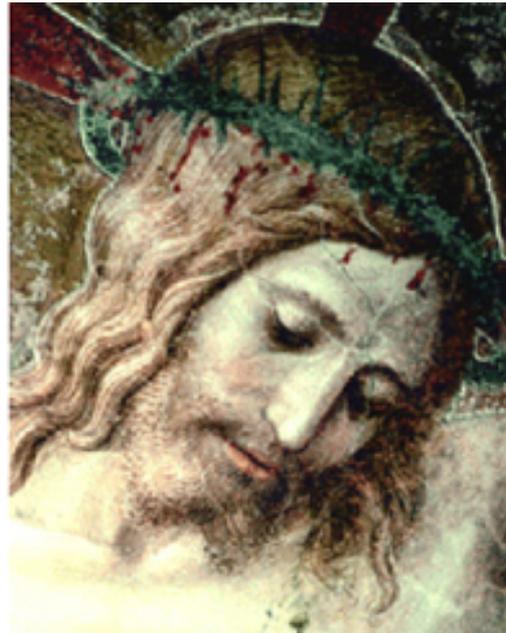
Pulitura di un esemplare di Thang-Ka con un idrogel chimico p(HEMA)/PVP. [J. Domingues, N. Bonelli, R. Giorgi, E. Fratini, F. Gorel, P. Baglioni, *Langmuir* (2013) 29, 2746.].



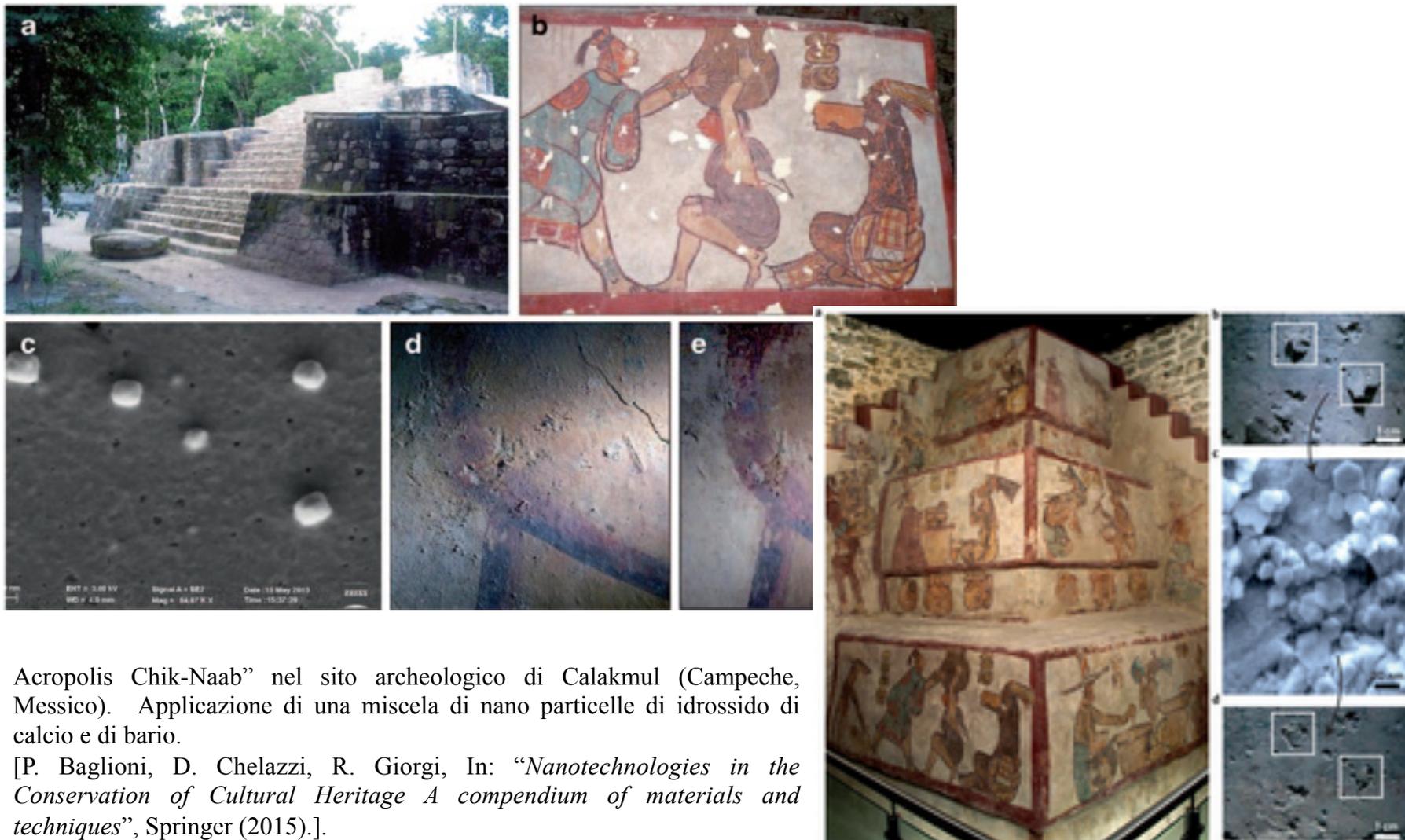
# Nanotecnologie per i Beni Culturali - **Nanoconsolidanti**

Idrossidi di Calcio - Nanocalce  
Idrossidi di Bario  
Idrossidi di Magnesio

Carbonato di Stronzio  
Nanosilicati



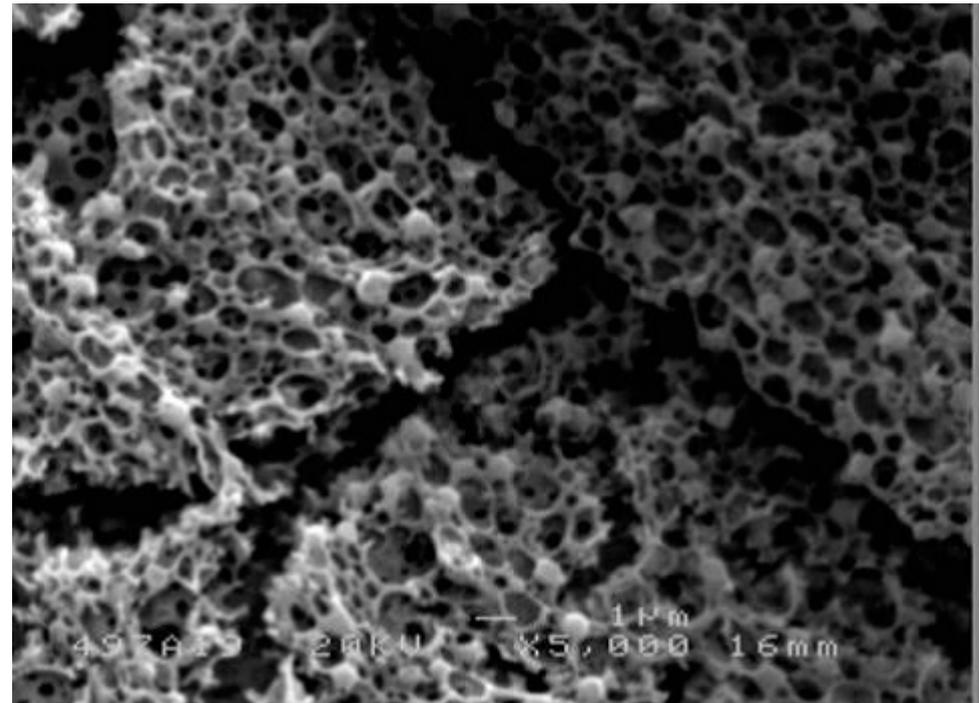
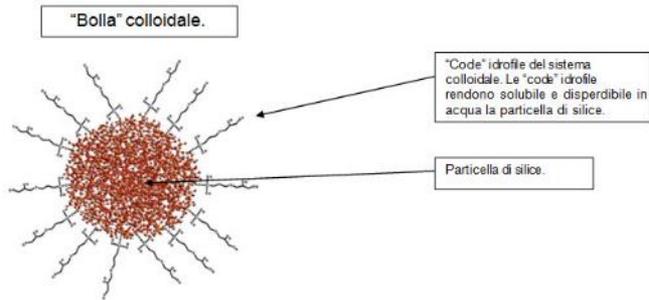
# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Nanoconsolidanti



Acropolis Chik-Naab” nel sito archeologico di Calakmul (Campeche, Messico). Applicazione di una miscela di nano particelle di idrossido di calcio e di bario.

[P. Baglioni, D. Chelazzi, R. Giorgi, In: “*Nanotechnologies in the Conservation of Cultural Heritage A compendium of materials and techniques*”, Springer (2015).].

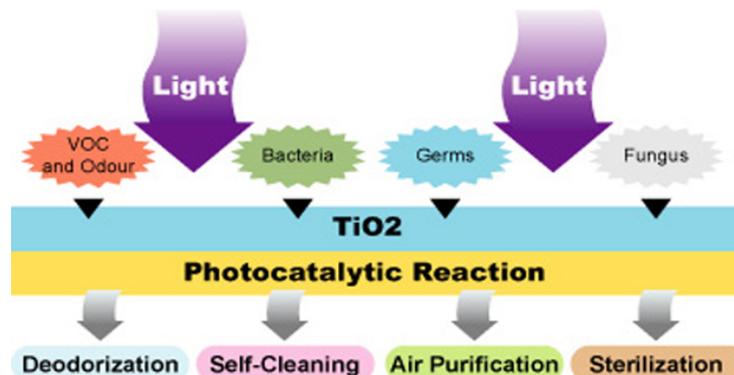
# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Nanosilicati



lancellottirestauro.com

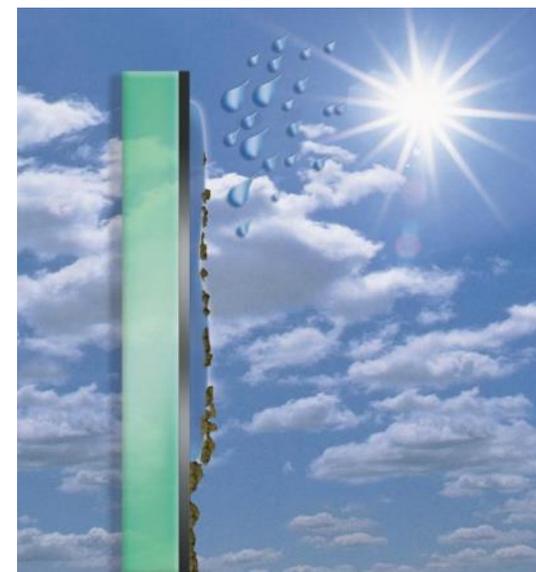
# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Protettivi superficiali

- > Soluzioni organiche e inorganiche nanotecnologiche, a base acqua, fotocatalitiche, autopulenti, battericide e fungicide per la protezione delle superfici orizzontali e verticali



- PROTEZIONE TOTALE
- IDROPELLENZA
- EFFETTO INVISIBILE
- LUNGA DURATA
- ECOFRIENDLY
- IDEALI PER RESTAURO

Indoor air quality and outdoor air quality



Airlite.com

# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Nanoprotettivi inorganici



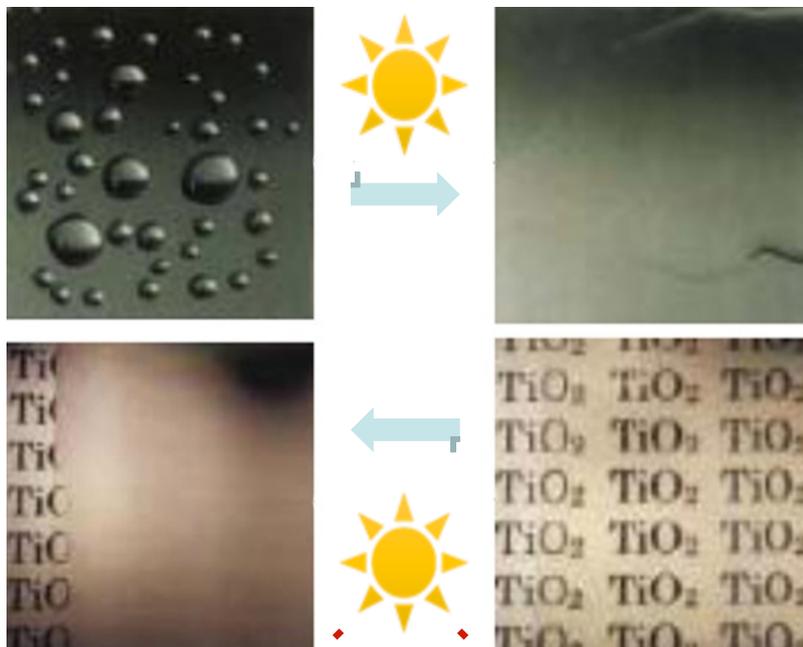
Trafofo Umberto I  
Roma 2008



Abbattimento inquinanti 88,8%  
 Abbattimento antibatterico 99,9%  
 Autopulente  
 Anti-odore

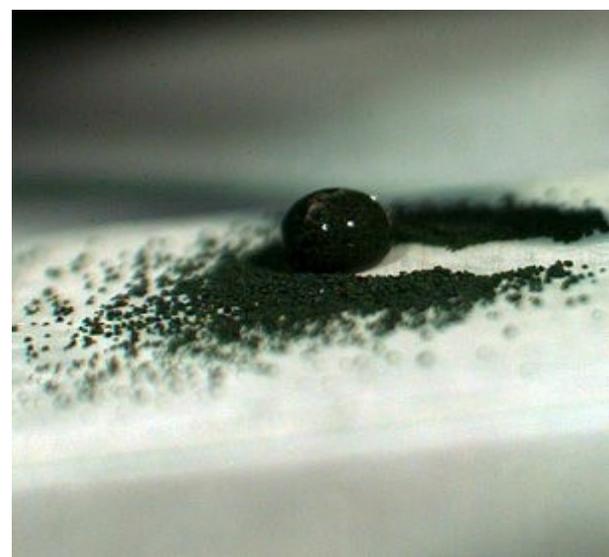
Birdstreet, prima Smart Street  
Londra 2017

# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Nanoprotettivi organici



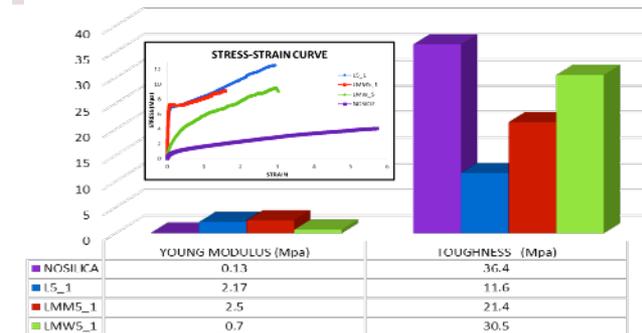
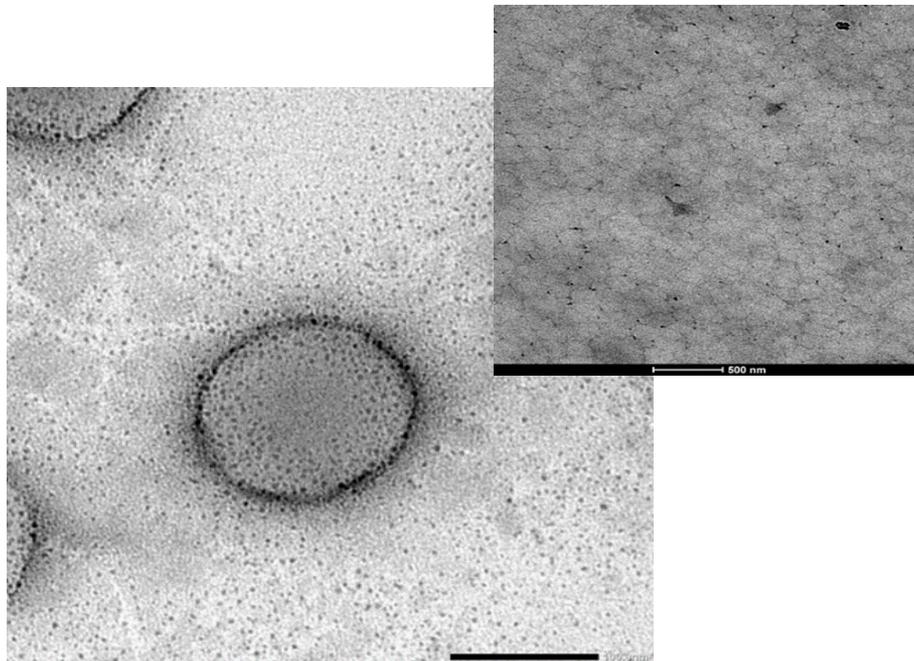
Superidrofilicità  
 ↓  
 Antifoggina

Superidrofobicità  
 ↓  
 Self-cleaning



# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Nanoprotettivi ibridi

> Polimeri organici/inorganici contenenti silice funzionalizzata



# Nanotecnologie per i Beni Culturali – Antigraffiti

## Il problema dei Graffiti

- ☛ *Il problema interessa più di 3.500.000 monumenti europei*
- ☛ *Agiscono a diversi livelli:*
  - *problemi estetici*
  - *interazioni con il substrato e la successiva rimozione possono fortemente danneggiare il substrato*
  - *costosi da rimuovere*
- ☛ *La pulizia dei graffiti costa all'Europa circa 90 M€/anno*
  - *solo in Italia vengono spesi circa 20 M € / anno*
  - *Roma stanziava circa 2 M€/anno alla “linea decoro” dell'AMA*
  - *Milano 2008: in 5 anni, 25 M€ spesi per la pulizia dei più urgenti interventi su edifici pubblici*

*Prezzario per il restauro dei Beni Artistici 2008, stilato dall'ARI: 331,52 €/mq*

# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Antigraffiti

## Il Problema:



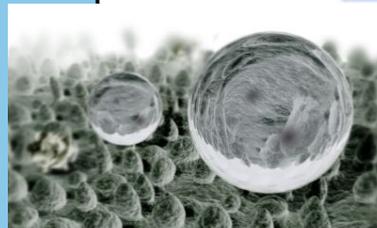
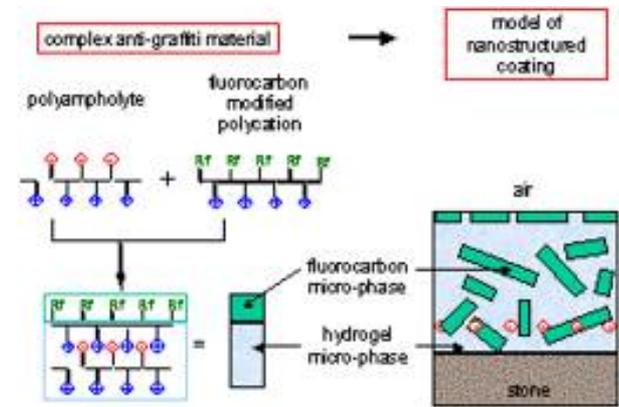
- Inappropriata protezione: i graffiti non sono completamente rimossi
- Inappropriata pulitura: il colore del substrato cambia con i processi di rimozione tradizionali

## Necessità di:

- efficacia e duratura protezione del substrato anche dopo la rimozione del graffito
- sistema inoffensivo per il substrato reversibilità del coating

# Nanotecnologie per i Beni Culturali - Antigraffiti

- ✓ Stabile all'esterno
- ✓ Reversibile a sistemi di pulizia lievi appositamente progettati
- ✓ Permeabile al vapore acqueo
- ✓ Impermeabile all'acqua
- ✓ Trasparente e non lucido



# Nanotecnologie per i Beni Culturali

Grazie dell'attenzione