

# LE PIETRE DI BOLOGNA: un patrimonio artistico da conoscere, conservare e tutelare



Anna Brini (Guida Turistica);  
Paola De Nuntiis (CNR – ISAC, Bologna)



# Bologna





**Torre dei Galluzzi**



**Torre Garisenda (sinistra) –  
Torre Asinelli (destra)**



**Torre Prendiparte o  
Coronata**



# SELENITE



Torre Garisenda

solfo biidrato di calcio



Cristallo di gesso:  
geminato a  
coda di rondine

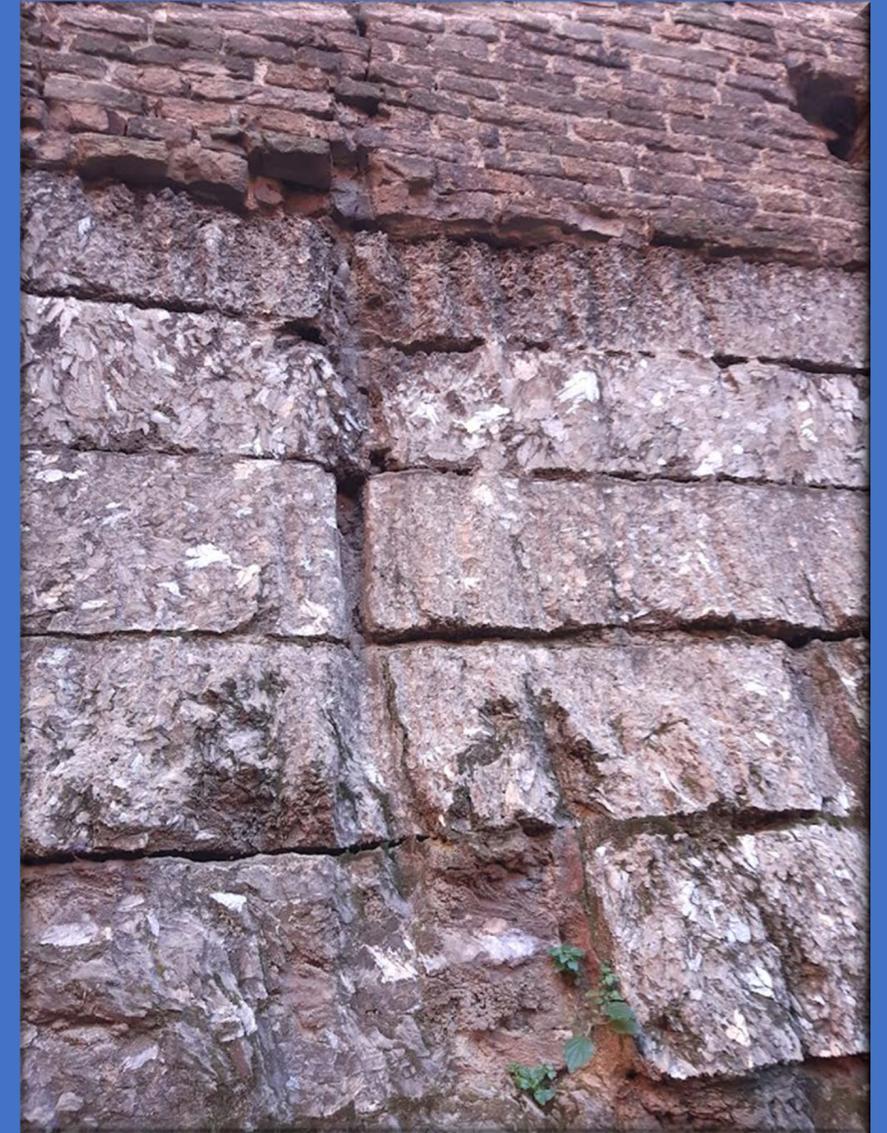




**Naica, grotta messicana con cristalli giganti, 50 tonnellate  
(12 x 4 m)**



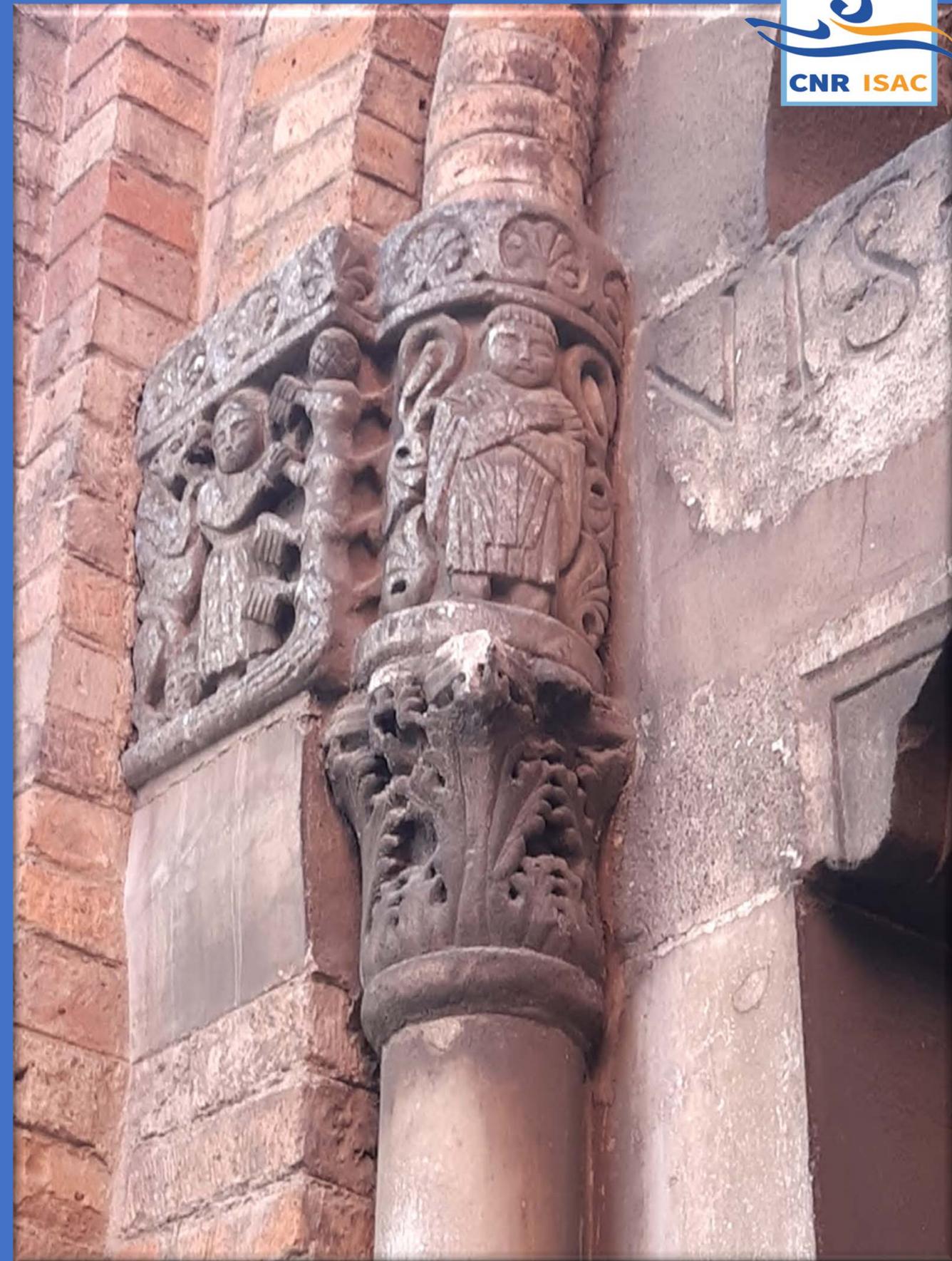
# SELENITE

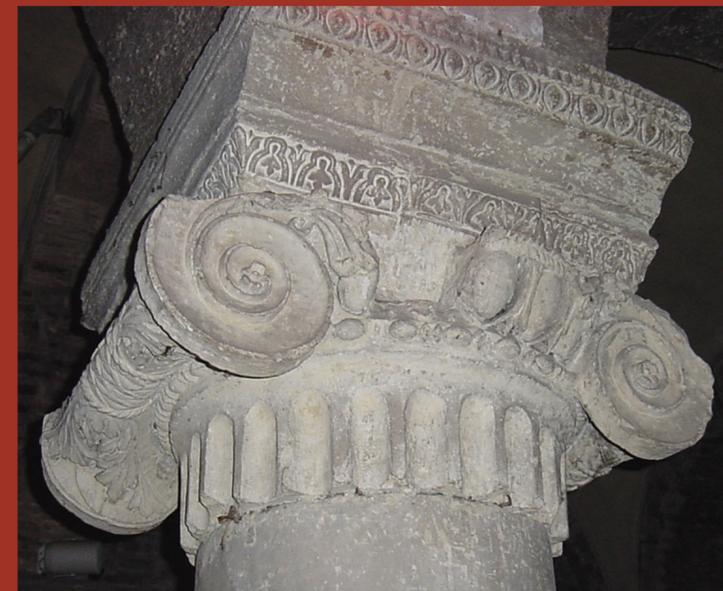




# SELENITE

Selenite lavorata nei capitelli neo-romanici nelle 2 porte della chiesa Ss. Vitale e Agricola





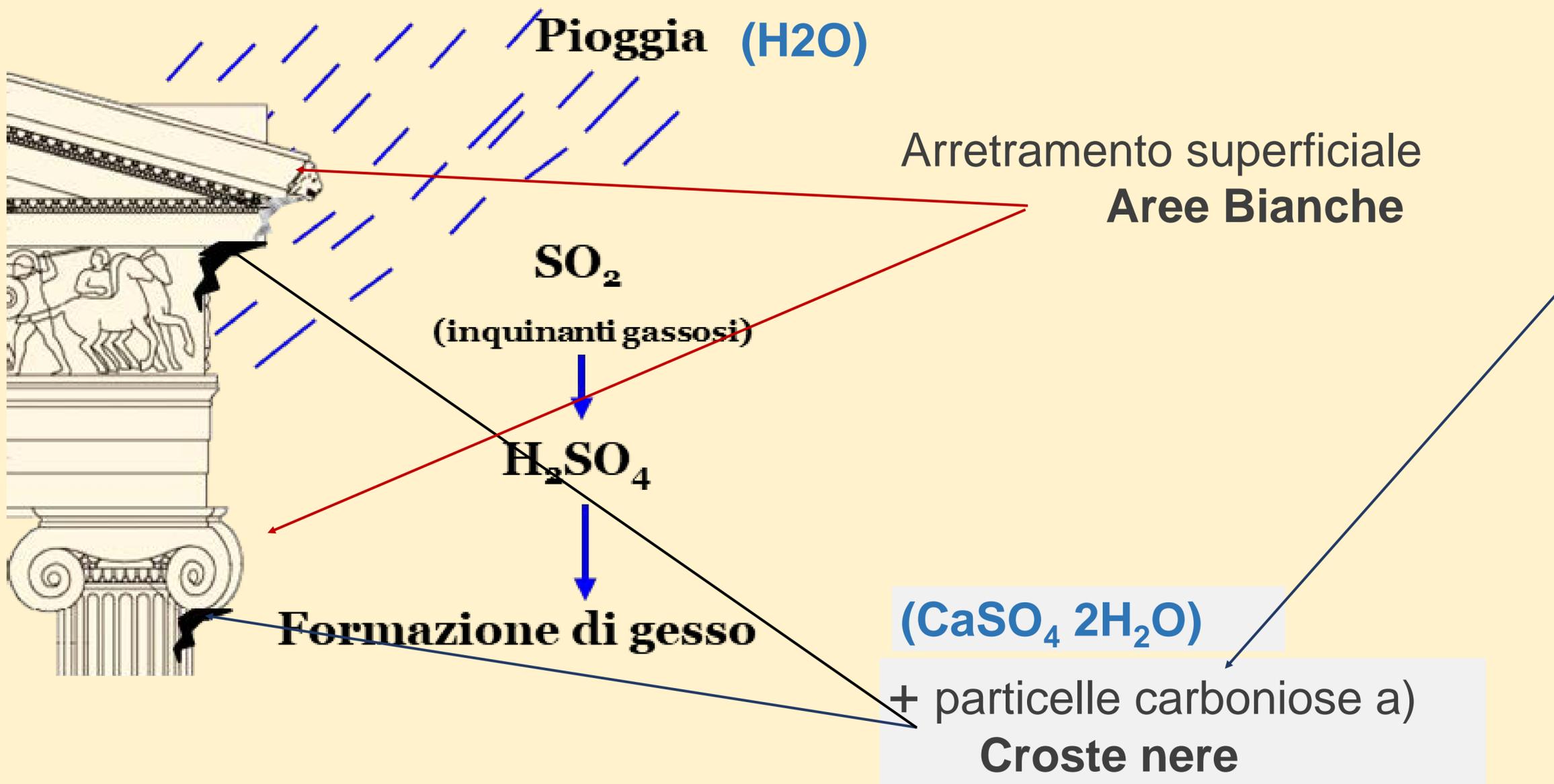
**Santo Stefano o Le Sette Chiese  
(Sancta Jerusalem Bononiensis)**







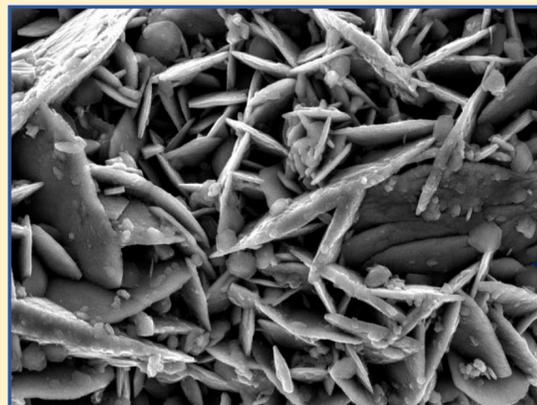
# Interazione ambiente BC



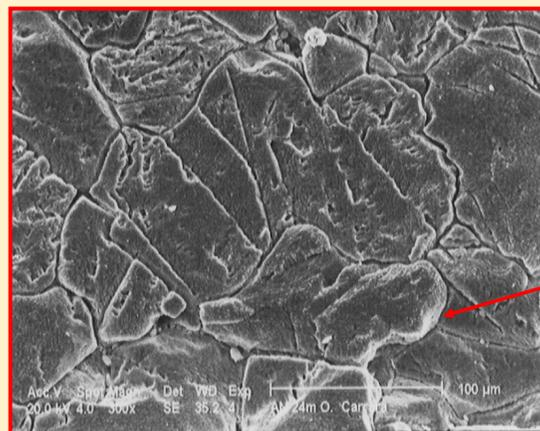
Dal 2002 **Benzine senza piombo** (a ridotto contenuto di S)



# MARMO



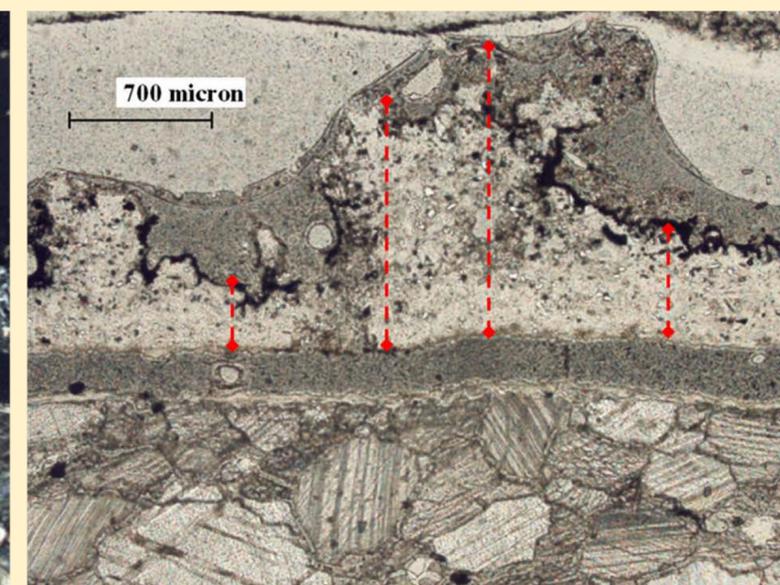
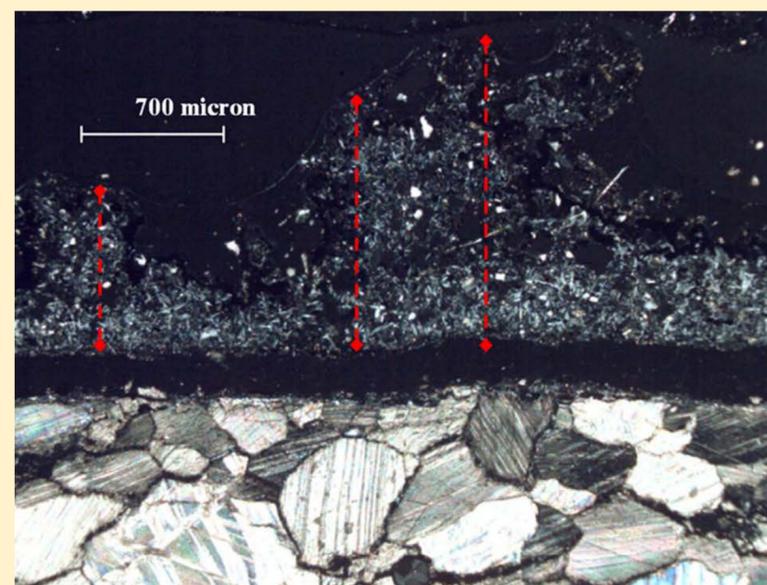
Crosta nera al SEM: cristalli di gesso inglobano le particelle carboniose provenienti dai processi di combustione



Area bianca al SEM: superficie dilavata



Dimensione di una crosta nera di circa 50 anni (Milano)

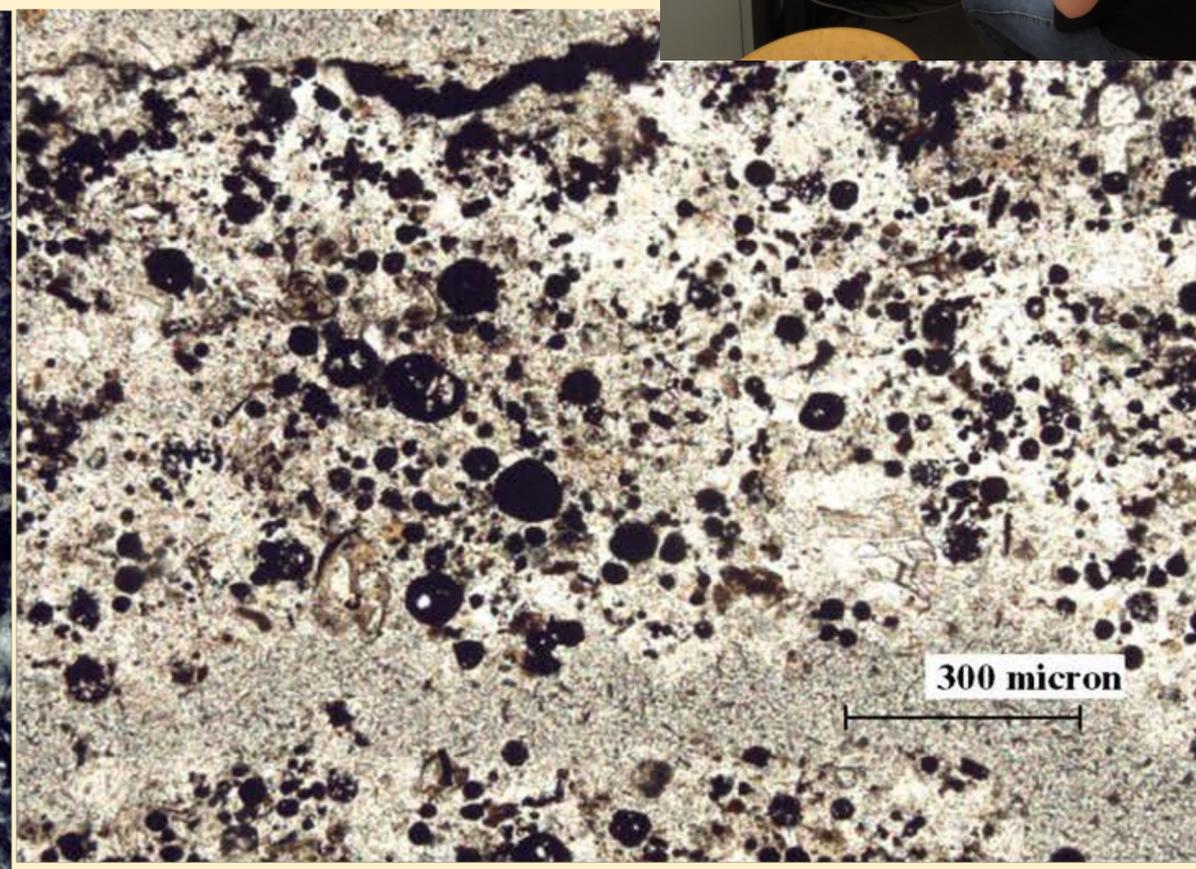
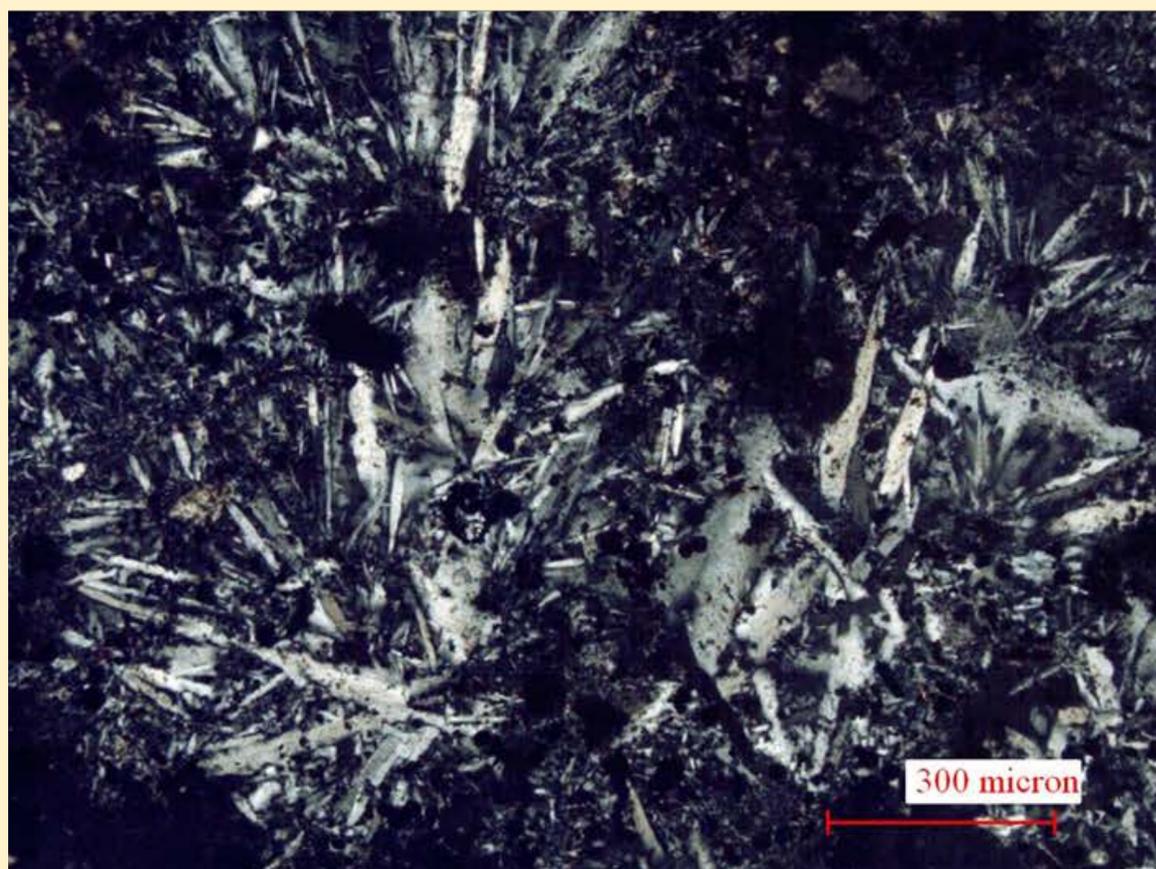
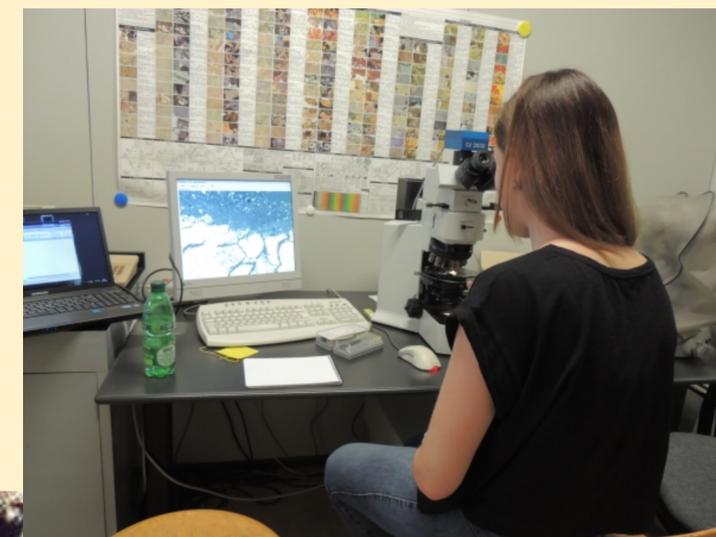


Sezioni sottili al MO, in basso è visibile il materiale originario, in alto lo spessore dello strato di degrado



# ARENARIA

Sezioni sottili (25  $\mu$ ) osservate al microscopio a luce polarizzata con Nicol incrociati (sn) e paralleli (dx)



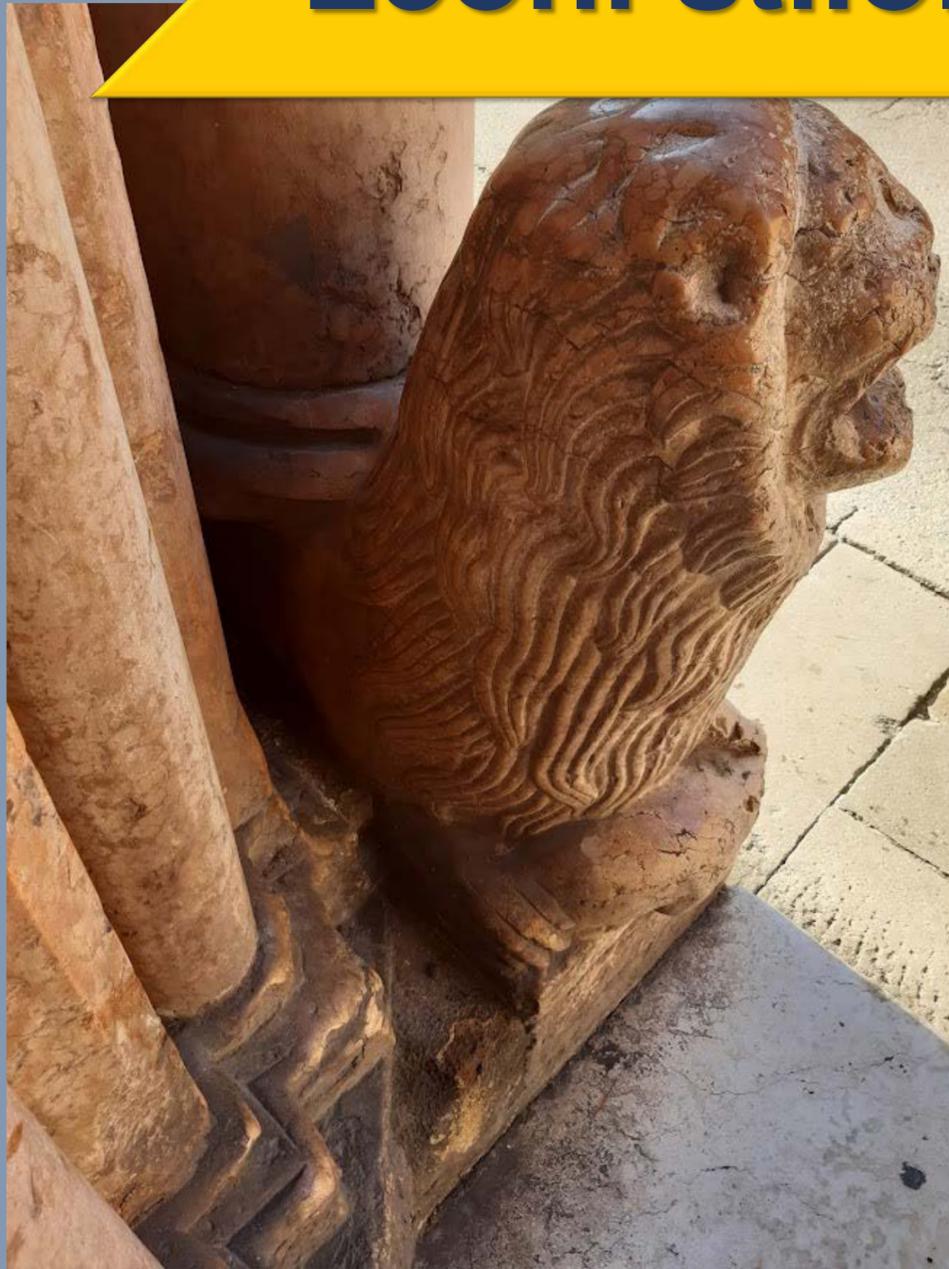
**CROSTA di ARENARIA con strato di alterazione caratterizzato da:**  
- Cristalli lamellari di GESSO ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) - Particelle carboniose nere



**San Giacomo Maggiore  
Oratorio di Santa Cecilia  
Cappella Bentivoglio**



# Leoni stilofori



Lato interno protetto



Lato esterno più esposto



2021



2023



**Il Portico del Pavaglione**



# CALCARE



Calcarea nodulare veronese  
con noduli di dimensioni da  
mm a cm con colore rosso per  
la presenza di ossidi di Ferro



Base del Monumento  
a Galvani





Architetti - Italia - Secc. 14.-15. -  
Antonio di Vincenzo (negativo,  
insieme) di A. Villani & Figli (XX)  
[Beni Culturali Standard \(BCS\)](#)

**Palazzo della Mercanzia, il Foro dei Mercanti**

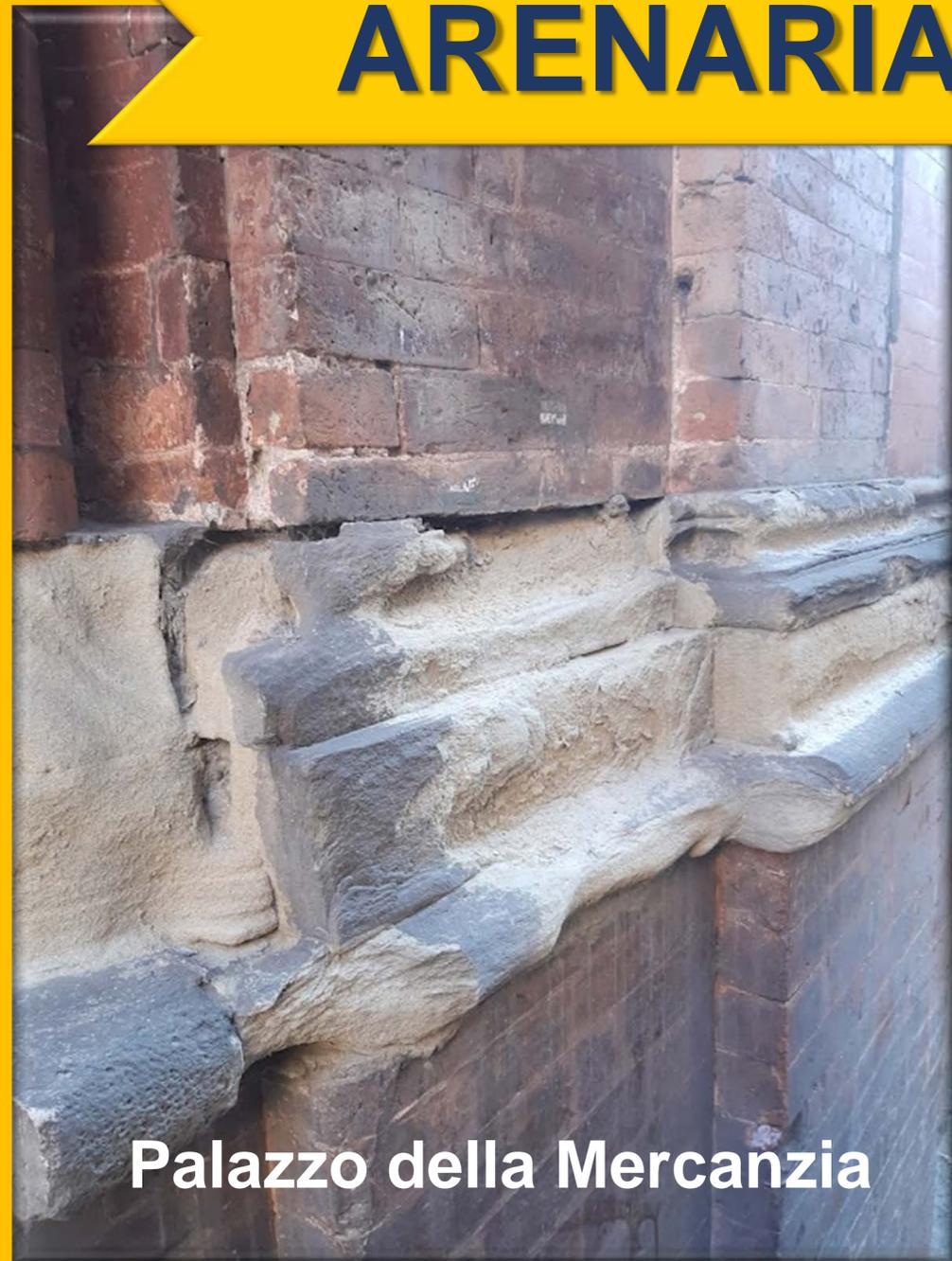


# Eventi Bellici





# ARENARIA



Palazzo della Mercanzia



**Portico di Palazzo  
Malvezzi**



**Portico della Chiesa di San Giacomo  
Maggiore**



**Portico della  
Chiesa dei Santi  
Bartolomeo e  
Gaetano**



# ARENARIA

Erosione di arenaria causata dalle piogge acide, inquinamento e impatto antropico.



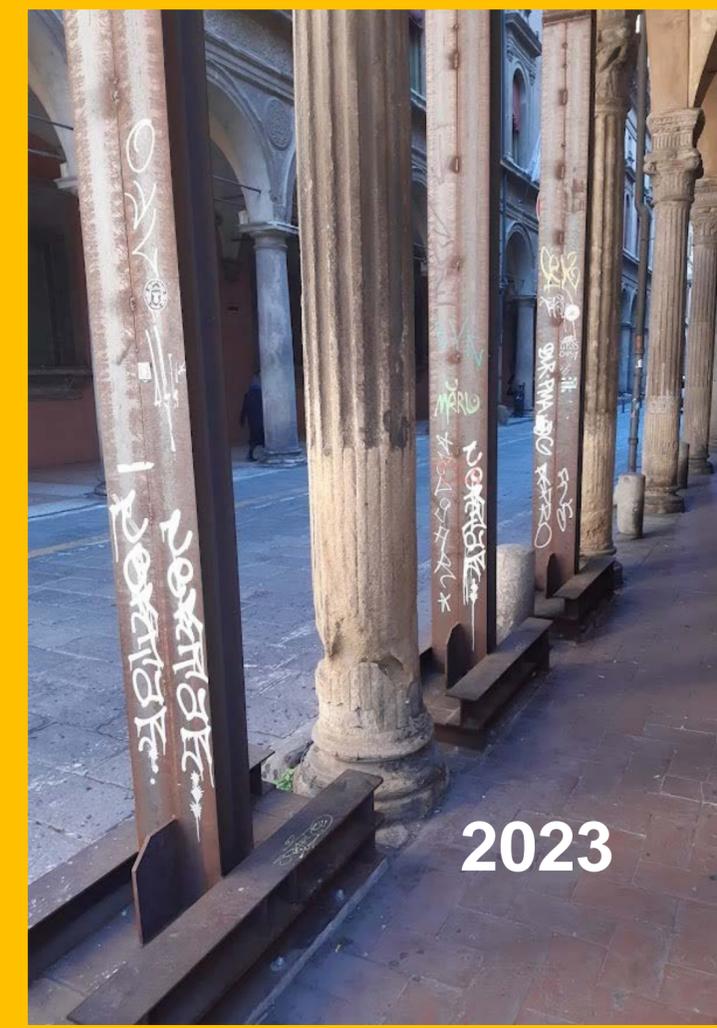
Via Zamboni, 1884-1968  
(Collezione Poppi)



2018



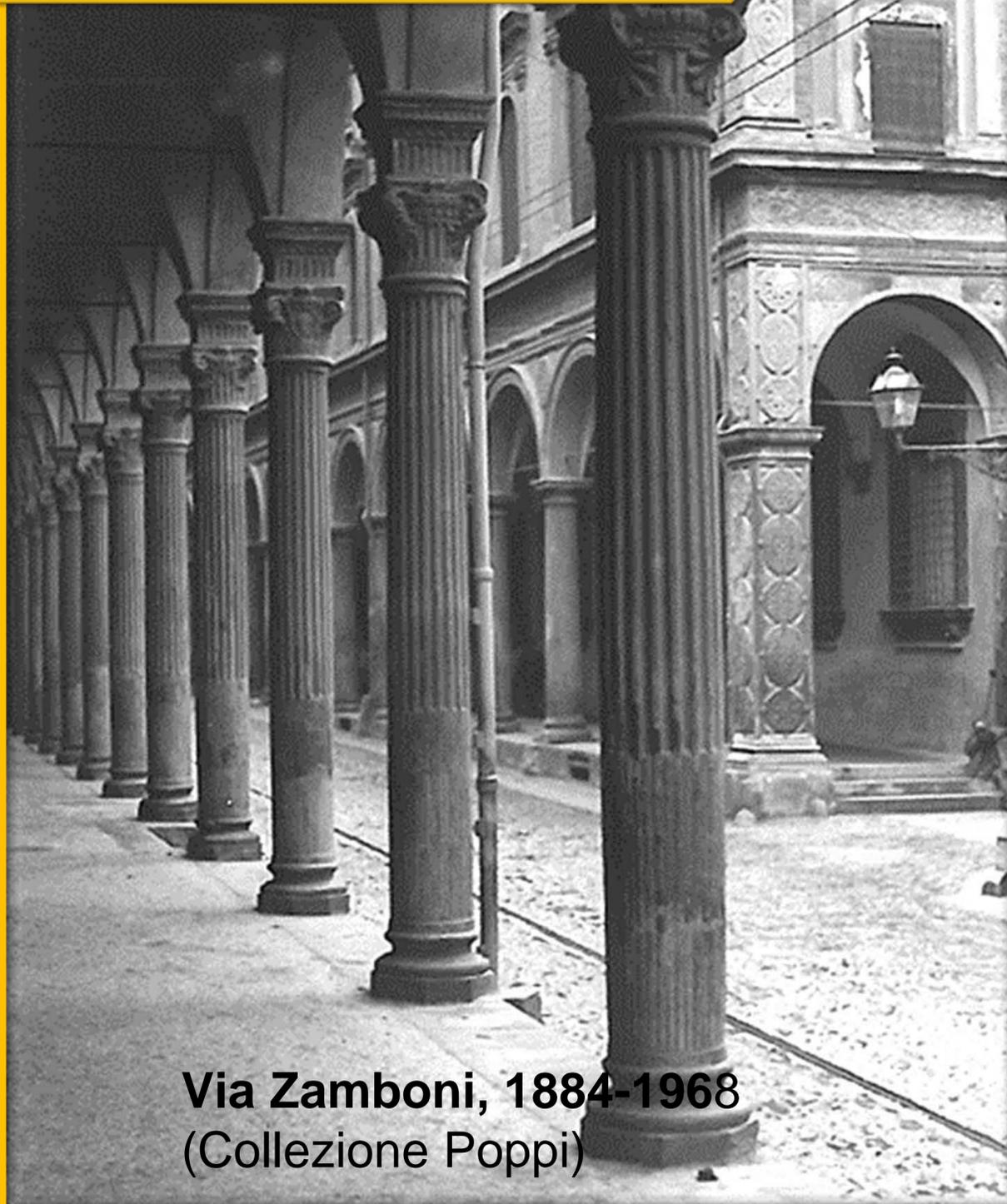
2020



2023



# ARENARIA



**Via Zamboni, 1884-1968**  
(Collezione Poppi)





# ANTROPIZZAZIONE



Portico S. Bartoloeo



Via del Carro





**Il portico  
bolognese:  
Pilastro  
Puntoni  
Capitello  
Asenara  
Correnti**



# LEGNO



Fessurazioni da ritiro dovute a variazioni termoigrometriche

Alterazioni cromatiche con imbrunimento dovuto all'esposizione alla luce solare.

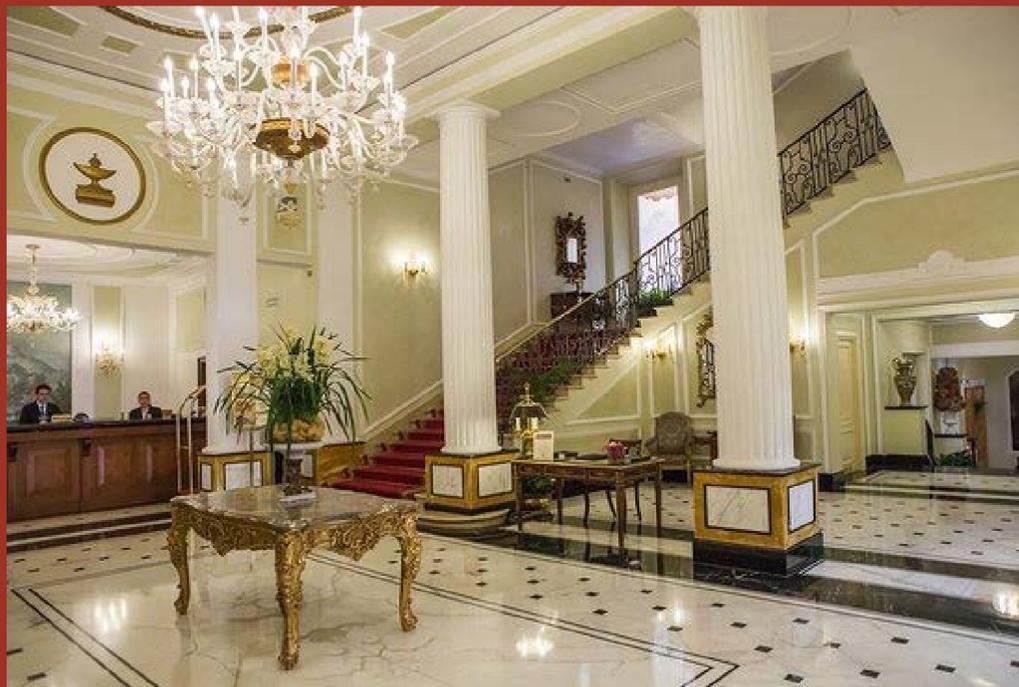




# LEGNO

- Biodegrado dovuto alla carie (funghi) e insetti xilofagi (fori di sfarfallamento delle larve, gallerie e DEPOSITO di guano dei piccioni)

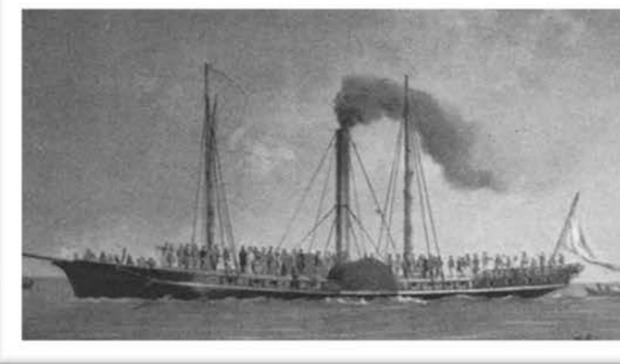
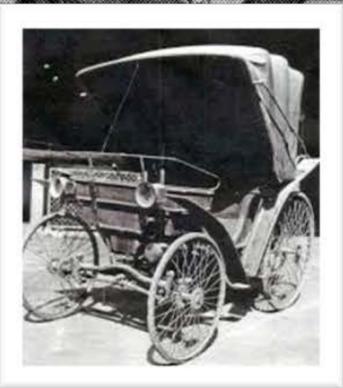
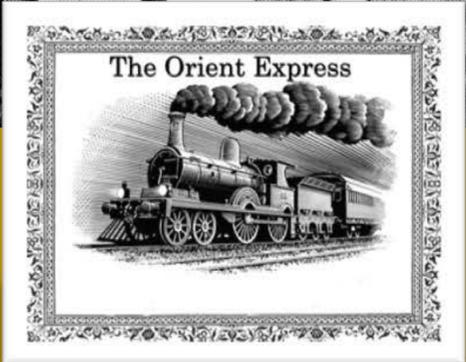
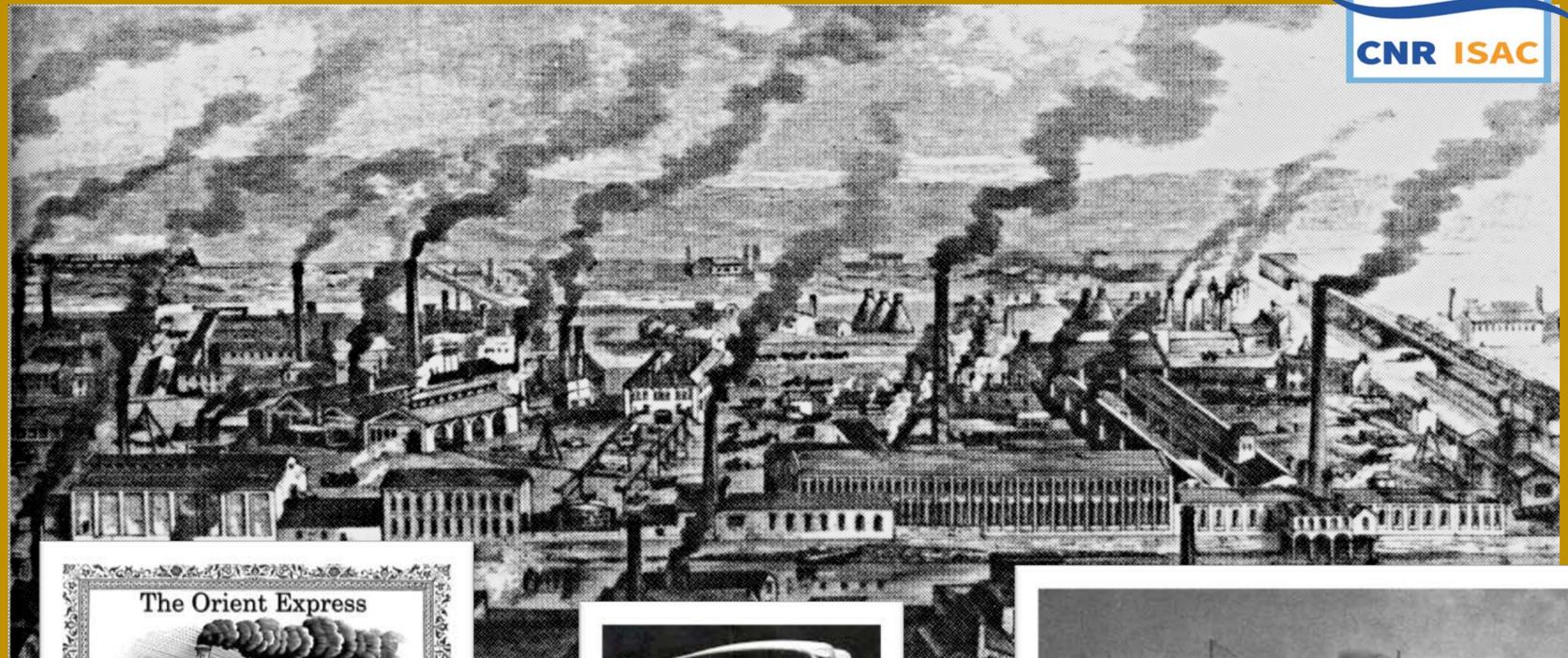




**Grand Hotel Majestic già Baglioni:  
la strada romana**



# INQUINAMENTO



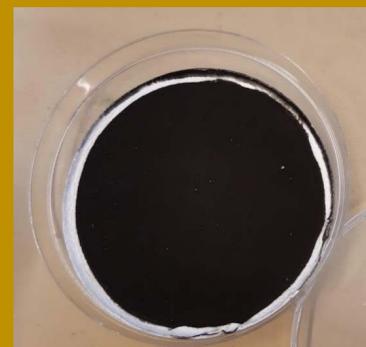
## PARAMETRI CLIMATICI / INQUINANTI

- Temperatura
- Umidità relativa
- Precipitazione
- Vento
- Gas (SO<sub>2</sub>, NOx)
- Particolato
- Sale marino
- pH (precipitazioni)



## MATERIALI

- Pietra e materiali da costruzione:
  - Marmo
  - Arenaria
  - Calcare
  - Malte
  - Mattoni
- Legno
- Metalli
- Vetro





Palazzo Ronzani



# GELO/DISGELO



**Aumento del volume (9%)**

**Diminuzione in volume dei minerali argillosi**

**Aumento della pressione nei pori di dimensione capillare contenenti ghiaccio**

**Aumento della pressione dell'acqua verso il ghiaccio**



# CRISTALLIZZAZIONE SALI

**I Sali provocano:**

**- Efflorescenze con danno estetico sulla superficie esterna**

**Velocità di evaporazione < tasso di migrazione delle soluzioni**

**Velocità di evaporazione > tasso di migrazione delle soluzioni**

**- Subflorescenza, i sali cristallizzano nella parte interna, si possono avere fenomeni di esfoliazione con possibilità di sgretolamento dei materiali**



## **SALI pericolosi!**

- **Solfati**
- **Cloruri**
- **Carbonati**
- **Nitrati**

Derivano

- dal materiale strutturale (roccia, malte)
- dal suolo
- da aerosol superficiale

I Sali aumentano per:

- accumulo
- evaporazione dell'acqua



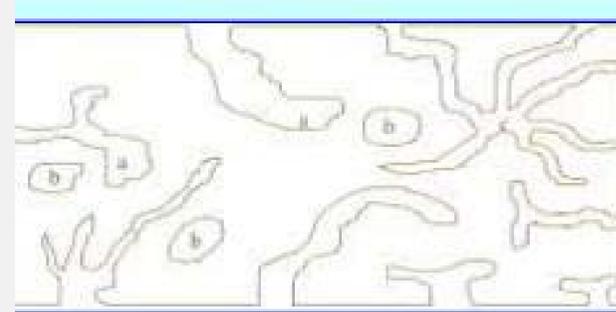
# Parametri climatici e inquinanti

coinvolti nei **Processi di degrado** dei materiali BBCC

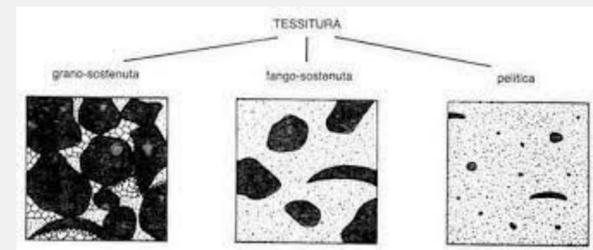


La caratterizzazione dei materiali è importante per conoscere la

- porosità e
- tessitura



a - pori aperti  
b - pori chiusi  
c - pori interconnessi



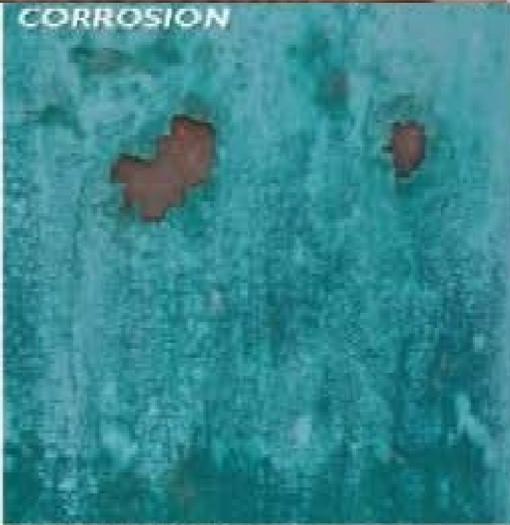
DAMAGE PROCESS	MATERIALS MAINLY AFFECTED	CLIMATE AND POLLUTION PARAMETERS
 <p><b>SURFACE RECESSION</b></p>	<p><b>OUTDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MARBLE</li> <li>• LIMESTONE</li> <li>• SANDSTONE WITH CARBONATE MATRIX</li> <li>• AIR-SETTING AND HYDRAULIC MORTAR</li> <li>• CEMENT MORTAR AND CONCRETE</li> </ul> <p><b>INDOORS</b> N.R.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAIN AMOUNT</li> <li>• RAIN PH</li> <li>• SO<sub>2</sub></li> <li>• HNO<sub>2</sub></li> <li>• CO<sub>2</sub></li> <li>• TIME OF WETNESS (T AND RH)</li> <li>• PM, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub></li> </ul>
 <p><b>SOILING, CHANGE OF COLOUR, BLACK CRUST FORMATION</b></p>	<p><b>OUTDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MARBLE</li> <li>• LIMESTONE</li> <li>• SANDSTONE WITH CARBONATE MATRIX</li> <li>• AIR-SETTING AND HYDRAULIC MORTAR</li> <li>• CEMENT MORTAR AND CONCRETE</li> <li>• GLASS</li> </ul> <p><b>INDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TEXTILE</li> <li>• PAPER</li> <li>• PAINTINGS</li> <li>• FRESCOES</li> <li>• GLASS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAIN AMOUNT</li> <li>• SO<sub>2</sub></li> <li>• NO<sub>2</sub></li> <li>• PM, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub></li> <li>• CARBON FRACTIONS OF PM: EC AND OC</li> <li>• SOLUBLE SALT FRACTION OF PM: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, BR<sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, CHO<sub>2</sub><sup>-</sup>, C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub><sup>-</sup> AND C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup></li> <li>• TIME OF WETNESS (T AND RH)</li> <li>• VOC</li> <li>• LIGHT</li> </ul>
 <p><b>BIODETERIORATION</b></p>	<p><b>OUTDOORS AND INDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CARBONATE AND SILICATE STONES</li> <li>• AIR-SETTING AND HYDRAULIC MORTAR</li> <li>• CEMENT MORTAR AND CONCRETE</li> <li>• WOOD</li> <li>• PAPER</li> <li>• TEXTILE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAIN AMOUNT</li> <li>• T</li> <li>• RH</li> <li>• SOLAR RADIATION</li> <li>• OC FRACTION OF PM</li> <li>• SOLUBLE SALT FRACTION OF PM: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub><sup>-</sup></li> </ul>



# Parametri climatici e inquinanti

coinvolti nei **Processi di degrado** dei materiali BBCC



DAMAGE PROCESS	MATERIALS MAINLY AFFECTED	CLIMATE AND POLLUTION PARAMETERS
 <p><b>CORROSION</b></p>	<p><b>OUTDOORS AND INDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>METALS: STEEL, ZINC, COPPER, BRONZE, LEAD</li> </ul> <p><b>OUTDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GLASS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAIN AMOUNT</li> <li>RAIN PH</li> <li>T</li> <li>RH</li> <li>SO<sub>2</sub></li> <li>HNO<sub>2</sub></li> <li>O<sub>3</sub></li> <li>PM, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub></li> <li>SOLUBLE SALT FRACTION OF PM: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup></li> <li>H<sub>2</sub>S</li> <li>COS</li> <li>CH<sub>3</sub>COOH AND CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub></li> <li>NH<sub>3</sub></li> </ul>
 <p><b>LEACHING</b></p>	<p><b>OUTDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GLASS</li> </ul> <p><b>INDOORS</b></p> <p>N. R.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAIN AMOUNT</li> <li>RAIN PH</li> <li>T</li> <li>RH</li> <li>SO<sub>2</sub></li> <li>HNO<sub>2</sub></li> <li>O<sub>3</sub></li> <li>PM, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub></li> <li>SOLUBLE SALT FRACTION OF PM: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup></li> </ul>
 <p><b>SALT CRYSTALLISATION</b></p>	<p><b>OUTDOORS AND INDOORS</b></p> <p>SANDSTONE LIMESTONE AIR SETTING AND HYDRAULIC MORTAR CEMENT MORTAR AND CONCRETE BRICK</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RH CYCLES</li> <li>RAIN PH</li> <li>T</li> <li>PM, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub></li> <li>SOLUBLE SALT FRACTION OF PM: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup></li> </ul>
 <p><b>SWELLING/SHRINKAGE, LOSS OF STRENGTH, CRACKING, EMBITTERMENT</b></p>	<p><b>OUTDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CLAY-CONTAINING MATERIALS</li> <li>WOOD</li> </ul> <p><b>INDOORS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>WOOD</li> <li>PAPER</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAIN AMOUNT</li> <li>NUMBER OF RAINY DAYS</li> <li>T</li> <li>RH CYCLES</li> <li>T CYCLES</li> <li>LIGHT (ON PAPER)</li> <li>NO<sub>2</sub> (ON PAPER)</li> <li>O<sub>3</sub> (ON PAPER)</li> </ul>



**Palazzo Amorini Bolognini Salina**



**Chiesa del Corpus Domini**





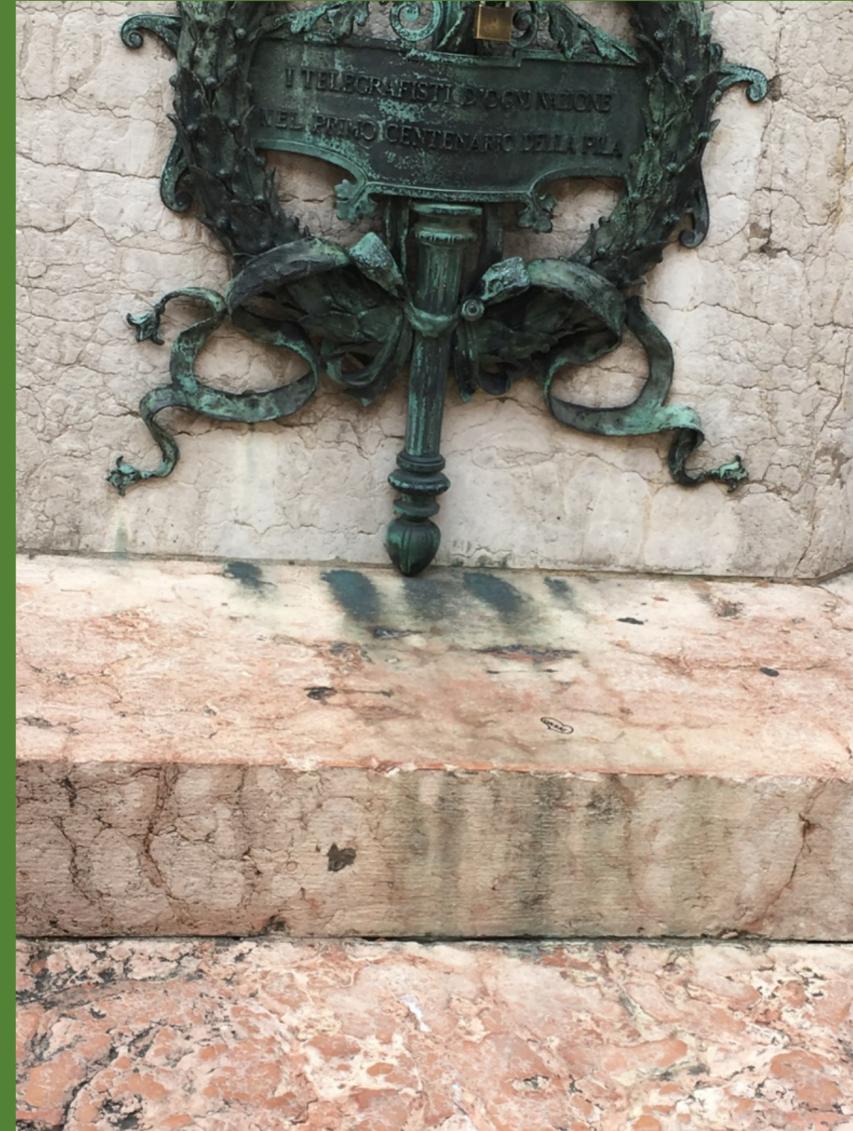




# COLATURA



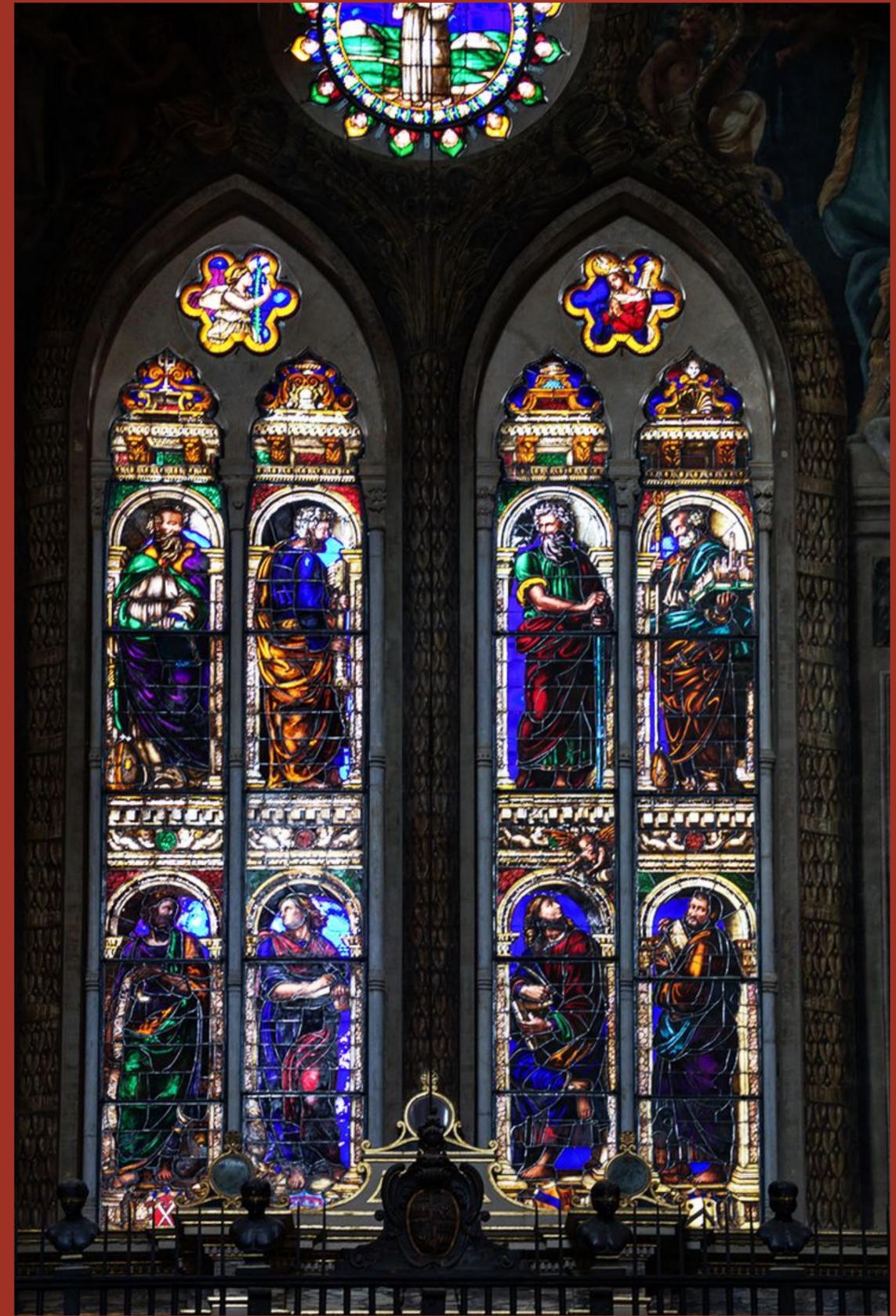
*Bologna 60. Monumento Galvani - Fotografia Poppi - Bologna*



# Le Vetrate di San Petronio



## Lapis Specularis





## **Antico ma sostenibile**

il 2022 ha evidenziato il ruolo tecnologico, scientifico, economico, ambientale, storico e artistico del vetro nella nostra società

Il vetro è riutilizzabile e riciclabile all'infinito

Nel 2020 79% di riciclo

fattori di degrado sono i fenomeni di dilavamento, gli attacchi di microrganismi, le vibrazioni e inadeguati interventi di restauro.

**Ambiente**

Seguici su [f](#) [v](#) [i](#) [b](#)

Cerca nel sito

Aree tematiche **▼** Come fare per Leggi Atti Bandi Piani Programmi Progetti

Geologia, suoli e sismica / Geologia / Geositi / Itinerari geologici / Le Pietre di Bologna: litologia di una città

## Geologia, suoli e sismica

### Le Pietre di Bologna: litologia di una città

Condividi [↗](#)

La carta propone quattro itinerari per scoprire la storia della città e dei suoi monumenti attraverso i materiali con cui sono stati realizzati.

Lettura facilitata [🗨️](#)

**INDICE DEI CONTENUTI**

- [La carta delle pietre](#)
- [Gli Itinerari](#)

**Geologia**

- Idrogeologia e risorse **▼**
- Frane e rischio idrogeologico **▼**
- Costa **▼**
- Geositi** **▲**

Contributi per la valorizzazione dei

**Grazie!**

**[Le Pietre di Bologna](#)**

**@Foto Anna Brini / Paola De Nuntiis  
annabrini@bolognatourguide.com  
p.denuntiis@isac.cnr.it**