



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ  
PER LA  
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE



Direzione  
Regionale  
Musei Puglia

# La sostenibilità nel restauro: stato dell'arte, applicazioni e prospettive future. Applicazioni di biopulitura su manufatti del Castello svevo di Bari: prove preliminari. *Bari 10 dicembre 2021*

**Dott.ssa Silvana Costa – Funzionario Restauratore – DMR-Puglia**



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la  
Coesione Territoriale*



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



GOVERNANCE  
E CAPACITÀ  
ISTITUZIONALE  
2014-2020



## Bassorilievo in pietra

Parete lato ovest. Il bassorilievo raffigura lo stemma con il leone rampante che si morde la coda, con corona all'apice, simbolo della famiglia nobile dei Pappacoda, (sec. XVI-XVII).

## Percolatura di ruggine - lato sx



Macchie di colore  
arancione

## Percolatura di ruggine - lato dx



Compresenza di macchie  
più scure insieme a quelle  
di colore arancione

## Ceppo: *Pseudomonas parafulva* IN11

Caratteristiche principali: produce siderofori.

Addensante: Vanzan NF-C al 6% nella soluzione di sospensione dei batteri.

Il ceppo *Pseudomonas parafulva* IN11 supportato in Vanzan NF-C al 6% nella sospensione batterica è stato applicato in due modi:

- 1) con interposizione tra la superficie e l'impacco di uno strato di carta giapponese imbevuto di soluzione di acido ascorbico 1mM;
- 2) senza alcuna interposizione, direttamente sulla superficie.

Ogni impacco è stato coperto con pellicola trasparente e lasciato agire per un tempo minimo di 24 h (lato sx) e massimo di 48 h (lato dx).

## Vanzan NF-C

Polimero naturale, gomma xantano estratta dal batterio *Xanthomonas Campestris*.

Struttura simile alla cellulosa con catene laterali acide.

Proprietà pseudo-plastiche.

Stabilità fino a 60°C.

**Aspetto:** fine polvere Bianca

**pH (1%):** 6.0-8.0

**Viscosità (1%):** 1300-1700 mPa.s

- Gel acquoso facilmente rimovibile
- Stabile nell'intervallo pH 2-12
- Trattiene fortemente l'acqua
- Facile da preparare

L'azione meccanica comporta la parziale rottura delle strutture delle catene a elica che formano il gel, con diminuzione della viscosità. A riposo, le strutture si ricostituiscono con aumento della viscosità.

## **ACIDO ASCORBICO (E300)**

**Vitamina C**

**Gruppo delle vitamine  
idrosolubili.**

**Sensibile alle alte  
temperature.**

L'acido ascorbico è una molecola dall'elevato potere antiossidante.

Utilizzato ampiamente nel campo della medicina, è riconosciuto anche dall'Efsa (Autorità europea per la sicurezza alimentare) come vitamina capace di aumentare l'assorbimento del Ferro.



## Bassorilievo lapideo: lato sx



Tempo di contatto:  
24 h

Ps.p. IN11 in Vanzan  
NF-C (6%) + acido  
ascorbico 1mM su  
carta giapponese

Ps.p. IN11 in  
Vanzan NF-C (6%)

## Bassorilievo lapideo: lato dx



Tempo di contatto:  
48 h

Ps.p. IN11 in  
Vanzan NF-C (6%)

Ps.p. IN11 in Vanzan  
NF-C (6%) + acido  
ascorbico 1mM su  
carta giapponese

## Bassorilievo lapideo: lato sx



Tempo di contatto:  
24 h

Ps.p. IN11 in Vanzan  
NF-C (6%) + acido  
ascorbico 1mM su  
carta giapponese

Ps.p. IN11 in  
Vanzan NF-C (6%)

## Bassorilievo lapideo: lato dx



Tempo di contatto:  
48 h

Ps.p. IN11 in  
Vanzan NF-C (6%)

Ps.p. IN11 in Vanzan  
NF-C (6%) + acido  
ascorbico 1 mM su  
carta giapponese

n.b. La parte centrale di entrambe le aree non è stata interessata dall'applicazione degli impacchi



## Applicazione su ossidi di Fe del ceppo *Pseudomonas parafulva* IN 11 in Vanzan NF-C (6%) con/senza interposizione acido ascorbico su carta giapponese

Lato sx	Tempo di contatto	Valutazione
Ps.p. IN11 in Vanzan NF-C (6%)	24 h	++
Ps.p. IN11 in Vanzan NF-C (6%) su carta giapponese con acido ascorbico 1mM	24 h	++
Lato dx	Tempo di contatto	Valutazione
Ps.p. IN11 in Vanzan NF-C (6%)	48 h	++
Ps.p. IN11 in Vanzan NF-C (6%) su carta giapponese con acido ascorbico 1mM	48 h	+++

Su entrambe le parti interessate dai test di applicazione degli impacchi di biopulitura, considerando sia i diversi tempi di contatto, sia la differente consistenza degli ossidi di ferro caratterizzanti le due percolazioni, si può affermare che il ceppo *Pseudomonas parafulva* IN11 così addensato ha dato risultati soddisfacenti. La coazione dell'acido ascorbico si è rivelata efficace nel caso dell'impacco di 48 h, mentre non sembra aver apportato significative differenze negli altri casi.

L'impacco si è dimostrato senz'altro valido dal punto di vista della praticità applicativa e della facilità di rimozione.



## Campana in bronzo

Deposito lato sud Castello svevo di Bari

Campana a slancio

Data: 1590

Provenienza: ignota

## Parti interessate

I test sono stati eseguiti sulle aree evidenziate in foto, caratterizzate dalla presenza di fenomeni di corrosione di colore verde e verde chiaro (formazione di prodotti corrosivi diversi tra cui probabilmente carbonati di rame e cloruri di rame di varia natura)



## Considerazioni sullo stato conservativo

Il colore grigio scuro predominante sulla campana è dovuto molto probabilmente alla Tenorite (ossido di rame), il tipo di ossidazione più tipico delle campane in bronzo.

La vera criticità è data dall'evidenza di macchie verde e verde chiaro che hanno iniziato a formarsi sulla superficie. L'aria marina della città di Bari, caratterizzata da umidità e presenza di cloro, può aver portato alla formazione di prodotti di corrosione a base di cloruri. In attesa di un approfondimento conoscitivo diagnostico, ad esame visivo, sulla base soprattutto del colore e della consistenza materica (appena polverulente le aree più chiare), considerando anche la posizione del Castello in prossimità del mare, si ha ragione di sospettare la coesistenza di diversi fenomeni corrosivi (carbonati e cloruri), alcuni dei quali particolarmente preoccupanti, dovuti alla combinazione del cloro con il rame della lega - il cui effetto corrosivo appartiene a quello noto come **cancro del bronzo**. Saranno condotte indagini diagnostiche di approfondimento.

## Ceppo: *Sphingopyxis macrogoltabida* SME 3.14

Caratteristiche principali: produce siderofori; agisce sugli ossidi di rame.

Addensante: Vanzan NF-C al 6% nella soluzione di sospensione dei batteri

Il ceppo *Sphingopyxis macrogoltabida* SME 3.14 supportato in Vanzan (6% nella soluzione di sospensione dei batteri) è stato applicato senza alcuna interposizione, direttamente sulle superfici interessate.

Ogni impacco è stato protetto con pellicola trasparente e lasciato agire per un tempo di 24 h. La rimozione è stata eseguita prima a secco e successivamente con semplice lavaggio di acqua demineralizzata.

## Inizio prove



Tempo di contatto  
previsto A e B: 24 h

SME 3.14 in  
Vanzan NF-C (6%)  
in A e in B

## Prima della rimozione

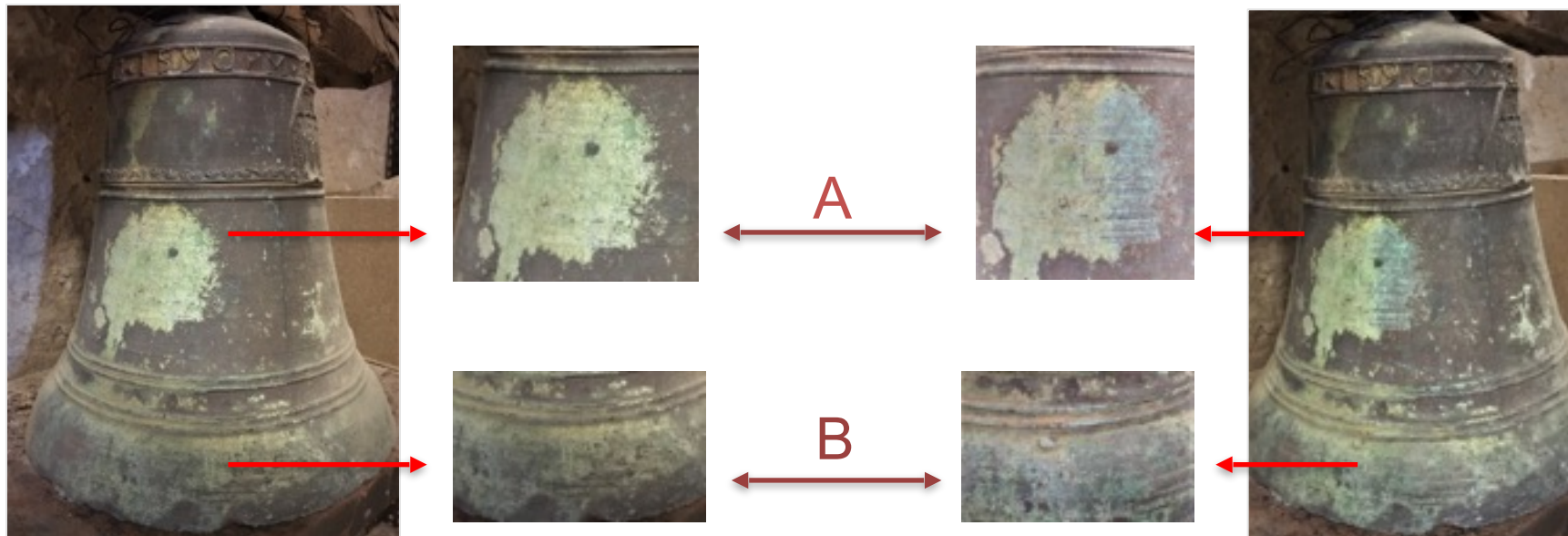


Tempo di contatto  
stabilito A e B: 24 h

SME 3.14 in  
Vanzan NF-C (6%)  
in A e in B

## Stato iniziale

## Stato finale





Il ceppo *Sphingopyxis macrogoltabida* SME 3.14 supportato in Vanzan NF-C 6% nella soluzione di sospensione batterica (soluzione fisiologica che permette l'attività osmotica dei batteri), applicato per 24 ore sui prodotti corrosivi instabili a base di rame, ha dato una risposta che, ad esame visivo, in attesa delle prossime indagini diagnostiche, si può definire soddisfacente, con i vantaggi indubbi dati da un mezzo pulente che agisce in modo non invasivo. I batteri hanno lavorato sugli ossidi di rame più instabili senza intervenire sulla patina da preservare. A distanza di tre mesi la situazione non è mutata.

Già in sede di prove preliminari quali sono quelle qui presentate, si può affermare che i sistemi di biopulitura testati abbiano dato risultati positivi e interessanti. A questi va aggiunta la considerazione - non secondaria - di poter agire in totale rispetto dell'operatore, dell'opera e dell'ambiente. I tempi di applicazione sono effettivamente lunghi ma perfettamente compensati dalla possibilità di poter lasciare gli impacchi alla fine di una normale giornata di lavoro per poterli poi rimuovere il giorno successivo, trattandosi di un mezzo pulente con caratteristiche di selettività. Gli svantaggi sono legati ai tempi di vita dei ceppi e, soprattutto, alla mancanza di una strategia di marketing e quindi della produzione sul mercato.

Ringrazio di cuore le ricercatrici e il personale dell'ENEA per la preziosa opportunità di testare insieme questi metodi di biopulitura.

Un doveroso ringraziamento va anche ai colleghi Franca Foccis, per la preziosa assistenza e Michele Piglionica per la grande disponibilità.

Silvana Costa  
silvana.costa@beniculturali.it



**UNIONE EUROPEA**  
Fondo Sociale Europeo  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agencia per la  
Coesione Territoriale*

**ENEA**

Agencia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**GOVERNANCE  
E CAPACITÀ  
ISTITUZIONALE  
2014-2020**