

## Studio dell'efficacia di inibitori di corrosione per la protezione di acciai di interesse artistico

Federica Amato <sup>[1]\*</sup>, Cristina Riccucci <sup>[2]</sup>, Chiara Giuliani <sup>[2]</sup>, Elena Messina <sup>[2]</sup>, Marianna Pascucci <sup>[2]</sup>, Maria Laura Santarelli <sup>[3]</sup>, Gabriel Maria Ingo <sup>[1,2]</sup>, Gabriella Di Carlo <sup>[2]</sup>.

[1] Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

[2] Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMN-CNR) di Roma

[3] Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente (DICMA), Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

\* e-mail corresponding author: [federicaamatosavona@gmail.com](mailto:federicaamatosavona@gmail.com)

Keywords: inhibitors, corrosion, phosphates, glutamine, steel.

### Abstract

Il presente lavoro riguarda lo sviluppo di soluzioni innovative per la protezione dei manufatti in acciaio nell'ambito del progetto di ricerca europeo H2020, InnovaConcrete. I manufatti in acciaio non hanno solo valore funzionale, poiché altrettanto significativi sono quelli aventi valore artistico, tra cui le opere in calcestruzzo armato [1].

Il degrado dell'acciaio, accelerato dai cloruri, avviene in presenza di ossigeno e acqua e porta alla disgregazione del manufatto, compromettendone la trasmissione alle generazioni future (Figura 1) [1, 2].

Scopo del presente lavoro è quello di testare l'efficacia di nuovi inibitori di corrosione, per sostituire quelli convenzionali, notoriamente tossici. Sono stati selezionati inibitori a base fosfato e un inibitore organico, la glutammina [3, 4]. Entrambi garantiscono buona ecocompatibilità. Coupons di acciaio sono stati immersi in soluzioni (con e senza cloruri ed inibitori) a diversi pH, per simulare gli ambienti che può esperire l'acciaio (Figura 2 alto): ambienti neutri (pH=7.2); ambienti altamente basici (pH=12.6), simulanti matrici cementizie con armature ben conservate; sistemi a pH=10.0, simulanti matrici cementizie carbonatate, dove è favorita la corrosione delle barre.

La capacità protettiva è stata valutata tramite analisi che forniscono informazioni complementari, usate per indagare lo stato di corrosione dei provini: microscopia ottica (OM), spettroscopia infrarossa in riflettanza totale attenuata (ATR-FTIR), spettroscopia micro-Raman (MRS), microscopia elettronica a scansione con sistema di microanalisi a dispersione di energia (SEM-EDS) e diffrazione dei raggi X (XRD).

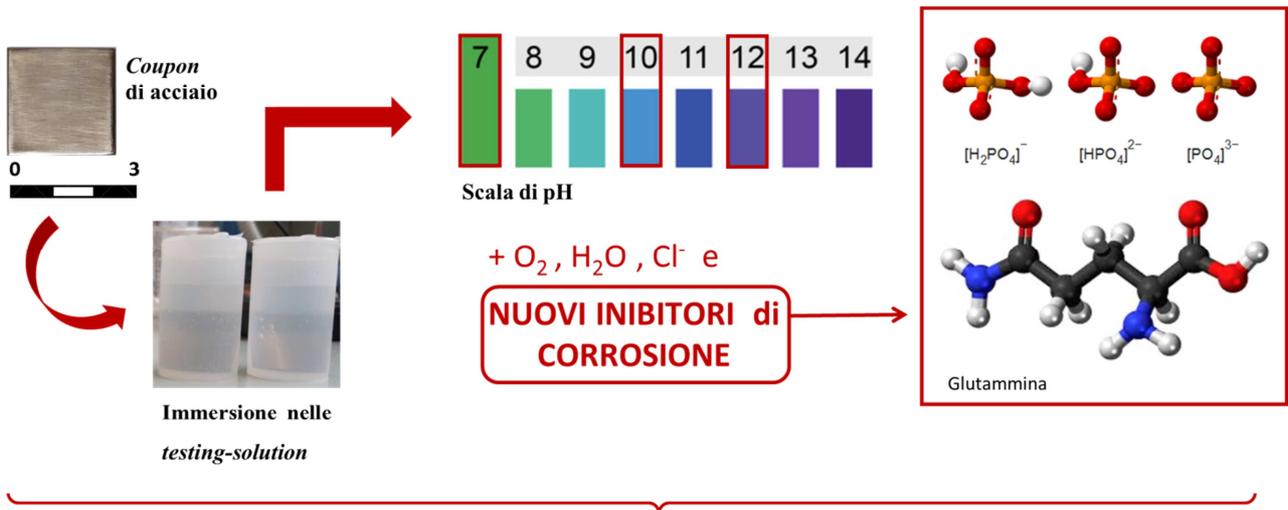
I risultati hanno mostrato la presenza di una patina sulle superfici dei sistemi neutri trattati con gli inibitori. Dal confronto emerge che i sistemi contenenti l'inibitore inorganico mantengono l'azione protettiva per tempi più lunghi e risultano di interesse per una potenziale applicazione su casi di studio reali.

Un'azione protettiva è riscontrata anche nelle soluzioni a pH=10.0: tutte le piastrelle trattate con inibitori, dopo lunghi tempi in ambiente corrosivo, conservano i segni dell'iniziale lucidatura, provando l'azione benefica degli inibitori. In presenza di glutammina, dove è maggiore la colonna d'acqua, si riscontrano cristalli allungati con cloro nella composizione. Si ipotizza possa trattarsi di akaganeite.

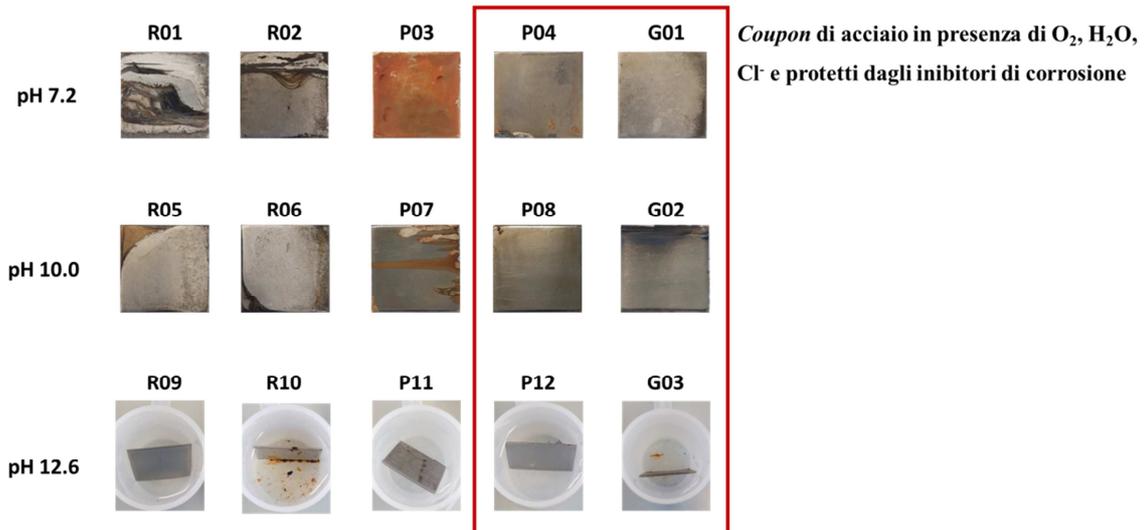
L'approccio metodologico dimostra che esistono alternative concrete per sostituire gli inibitori tradizionali, che sono tossici. Entrambi gli inibitori selezionati hanno avuto un effetto protettivo nei confronti dell'acciaio (**Figura 2**).



**Figura 1:** Corrosione di manufatti in e contenenti acciaio, in presenza di ossigeno (O<sub>2</sub>), acqua (H<sub>2</sub>O) e ioni cloruro (Cl<sup>-</sup>).



## PROTEZIONE



**Figura 2:** In alto, preparazione delle *testing-solution* contenenti gli inibitori di corrosione, in presenza di ossigeno (O<sub>2</sub>), acqua (H<sub>2</sub>O) e ioni cloruro (Cl<sup>-</sup>). In basso, effetto protettivo nei confronti dei campioni di acciaio, in presenza di O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Cl<sup>-</sup> e degli inibitori (rettangolo rosso).

## Riferimenti

- [1] Scott, D.; Eggert, G., *Iron and Steel in Art Corrosion, Colorants, Conservation*. The Getty Conservation Institute: Los Angeles, 2009.
- [2] Torraca, G., *Lectures on materials science for architectural conservation*. The Getty Conservation Institute: Los Angeles, 2009.
- [3] Balasubramaniam, R., On the corrosion resistance of the Delhi iron pillar. *Corrosion Science*, 2000, 42 (12), 2103-2129.
- [4] Ormellese, M.; Bolzoni, F.; Lazzari, L.; Brenna, A.; Pedferri, M., Organic substances as inhibitors for chloride-induced corrosion in reinforced concrete. *Materials and Corrosion*, 2011, 62 (2), 170-177.

Indicare di seguito se si preferisce presentare in forma:

- orale
- poster.