



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Area di Chimica Ambientale

**Dipartimento di Chimica
Industriale «Toso Montanari»**

Presentazione del gruppo di ricerca

Competenze

Il gruppo svolge attività di ricerca riguardanti

- la gestione, la caratterizzazione chimico-fisica, il trattamento e la valorizzazione dei rifiuti o scarti di lavorazione,
- la valutazione di sostenibilità di prodotti e processi,
- il monitoraggio degli inquinanti nell'ambiente,
- lo studio dell'interazione fra ambiente e materiali

Membri strutturati del gruppo

Fabrizio PASSARINI, *Professore Ordinario*

Ivano VASSURA, *Professore Ordinario*

Elena BERNARDI, *Professoressa Associata*

Luca CIACCI, *Professore Associato*

Daniele CESPI, *Professore Associato*

Due sedi dove svolgere la ricerca



Tecnopolo di Rimini



Dipartimento Bologna



Referenti

Prof. Ivano Vassura
Prof. Fabrizio Passarini
Sede Rimini/Bologna

Referente

Prof.ssa Elena Bernardi
Sede Bologna

Referenti

Prof. Fabrizio Passarini
Prof. Luca Ciacci
Prof. Daniele Cespi
Sede Bologna e Rimini

**Studio dell'interazione fra
ambiente e materiali**

**Processi di
valorizzazione dei rifiuti:
Processi di recupero di terre
rare da magneti**

**Studi della sostenibilità
ambientale e sociale dei
processi chimici (LCA) e
prodotti industriali**

**Principali attività di
ricerca attualmente in
corso**

**Monitoraggio delle
microplastiche in matrici
ambientali tramite Pirolisi
analitica**

**Studi di valutazione di flussi
e riserve di materie prime
critiche e strategiche (MFA)**

**Caratterizzazione e
valorizzazione dei fanghi di
depurazione**

**Applicazione del framework
Safe and Sustainable by
Design (SSbD)**



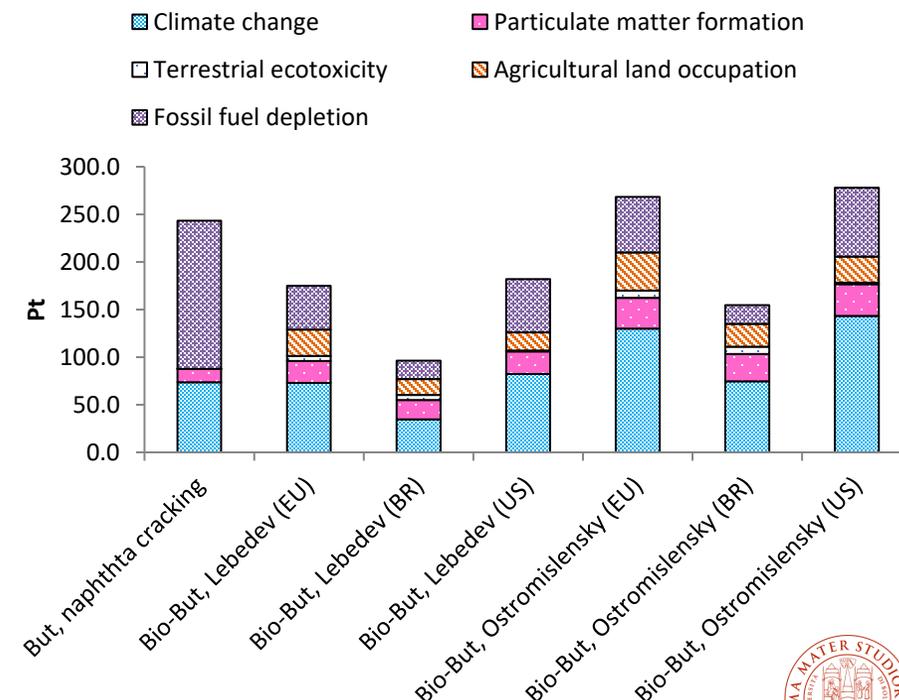
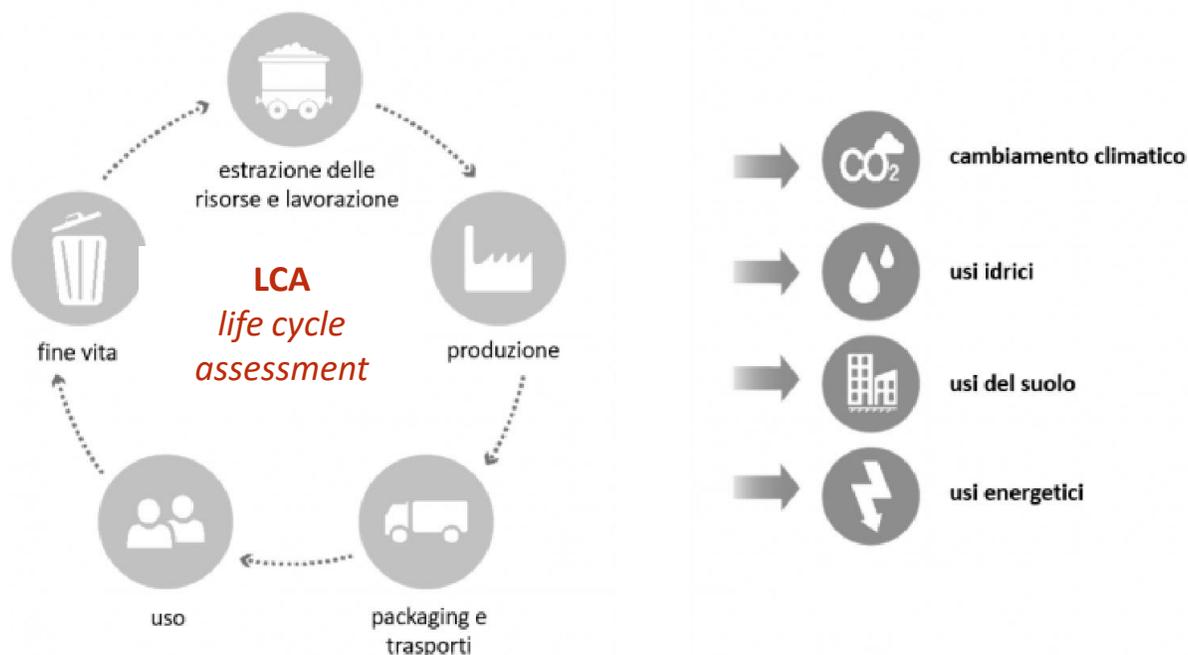
Valutazioni di sostenibilità di processi e prodotti industriali

Per maggiori info: daniele.cespi2@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/daniele.cespi2>



Valutazione degli impatti ambientali e sociali mediante una prospettiva di “ciclo di vita” (*life cycle assessment, LCA e social-LCA*), per l’identificazione delle scelte più sostenibili nel confronto tra scenari differenti.

Applicazione a: processi di **sintesi chimica (green chemistry)**, **prodotti e materiali** differenti (anche per applicazioni mediche), **tecnologie di trattamento di rifiuti**, anche orientata all’ottenimento di certificazioni ambientali.



Applicazione del framework Safe and Sustainable by Design (SSbD)

Per maggiori info: daniele.cespi2@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/daniele.cespi2>

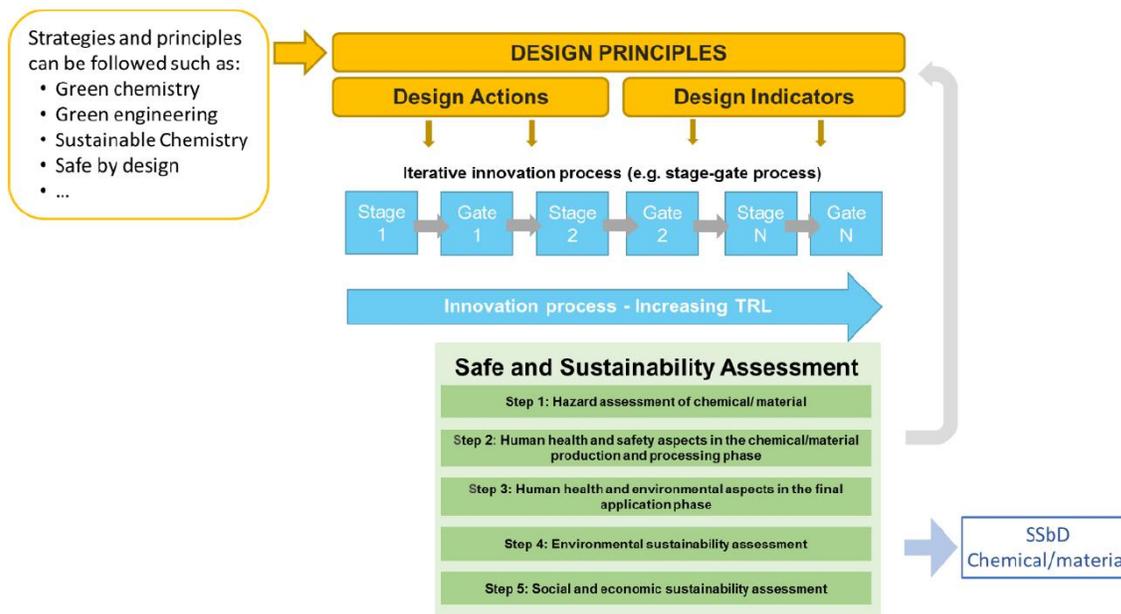


Sedi: Bologna



Rimini

Safe and Sustainable by Design (SSbD) framework è inteso come uno strumento «pre-mercato», poiché dovrebbe essere applicato nella fase di design prima di immettere nel mercato nuovi prodotti chimici e materiali, e va oltre l'approccio più tradizionale della chimica verde.



Fonte:

Caldeira C., Farcas R., Garmendia Aguirre, I., Mancini, L., Tosches, D., Amelio, A., Rasmussen, K., Rauscher, H., Riego Sintes J., Sala S. Safe and Sustainable by Design chemicals and materials - Framework for the definition of criteria and evaluation procedure for chemicals and materials. EUR 31100 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-53264-4, doi:10.2760/487955, JRC128591



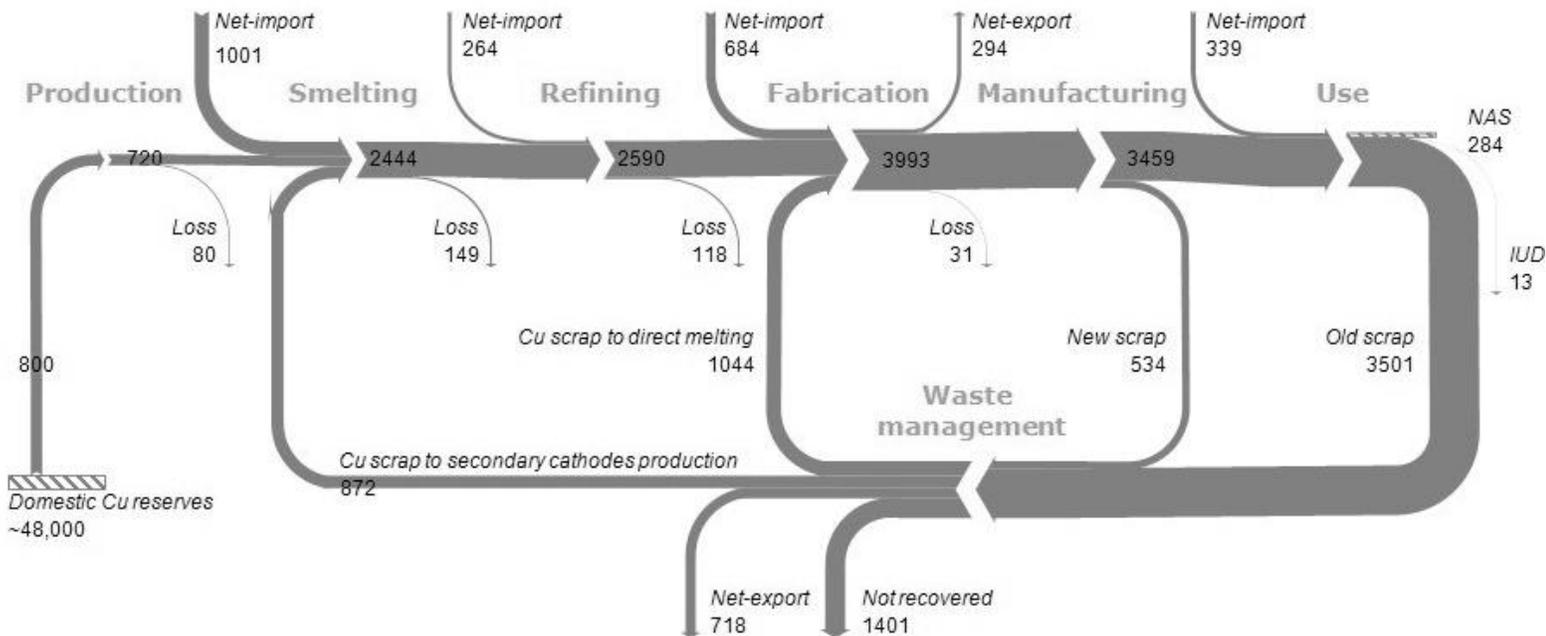
Valutazione di flussi e riserve di materie prime critiche e strategiche

Per maggiori info: luca.ciacci5@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/luca.ciacci5>



Sede: Rimini

La linea di ricerca è volta alla **determinazione di flussi e riserve in uso di materiali** metallici e polimerici mediante applicazione di tecniche di **Material Flow Analysis** su scala nazionale, continentale o globale, nell'ottica di una migliore valorizzazione e chiusura dei cicli produttivi.



Ciacci, L.*; Vassura, I.; Passarini, F. Urban mines of copper: Size and potential for recycling in the EU. *Resources* **2017**, 6 (1), 6.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Monitoraggio delle microplastiche in matrici ambientali tramite Pirolisi analitica

Per maggiori info: ivano.vassura@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/ivano.vassura>



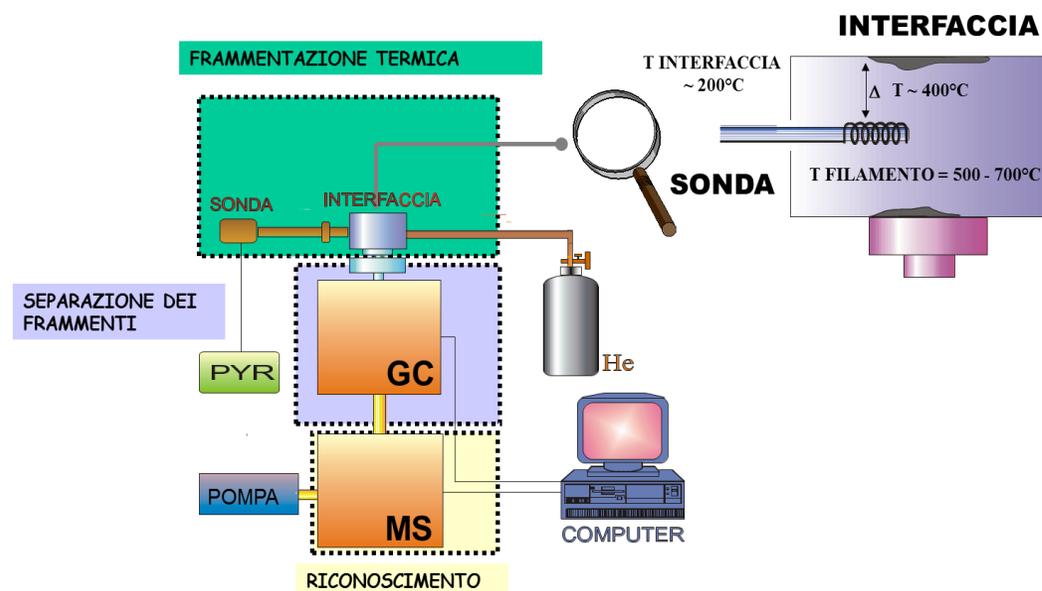
Sede: Rimini

La diffusione di plastica nell'ambiente è argomento di grande preoccupazione. Tra le fonti principali di microplastiche primarie nell'ambiente gli scarichi domestici.

Le microplastiche tendono a concentrarsi nei fanghi di depurazione utilizzati in agricoltura, sono presenti nel particolato atmosferico o in prodotti di riciclo come il compost. Al fine di monitorare l'impatto delle microplastiche nell'ambiente terrestre risulta fondamentale quantificarle. La pirolisi analitica è una delle poche tecniche che permettono la quantificazione in massa delle microplastiche.



Secondary reactions in the analysis of microplastics by analytical pyrolysis *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Volume 161, January 2022, 105377



Caratterizzazione e valorizzazione dei fanghi da depurazione

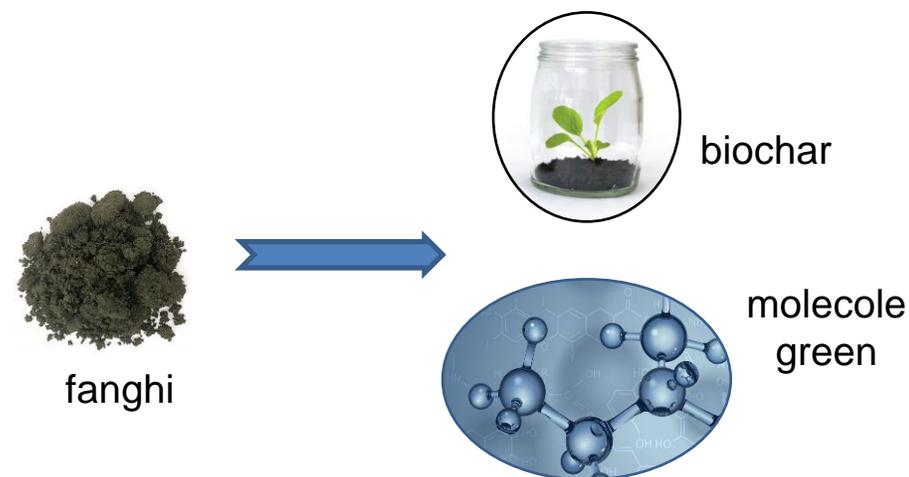
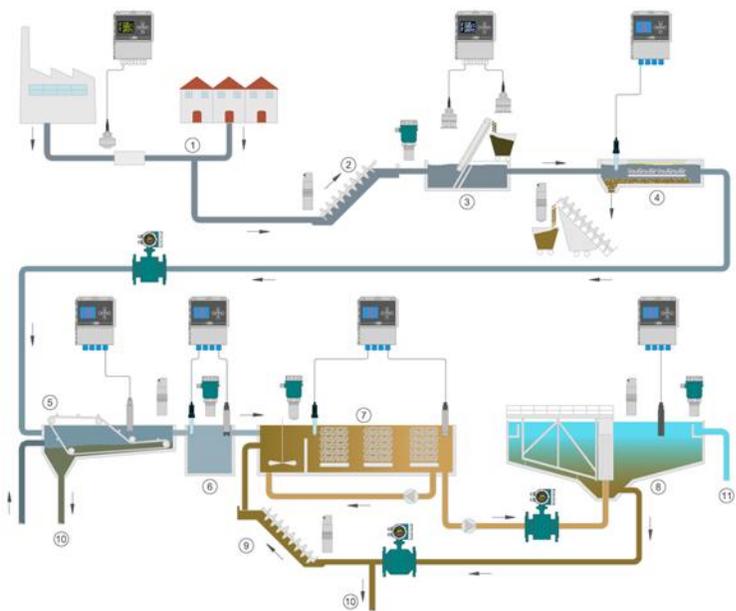
Per maggiori info: ivano.vassura@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/ivano.vassura>



Sede: Rimini

La produzione annuale di fanghi in Europa dal trattamento delle acque reflue (WWTS) ha volumi complessivi attorno ai 10Mt su base secca. **Attualmente** parte di questi **fanghi** sono gestiti in **discarica**, inceneriti o smaltiti su suolo agricolo.

In un'ottica di **economia circolare** è importante capire come **processi innovativi di valorizzazione dei fanghi** possono influire sulla mobilità/degradabilità di alcuni inquinanti



Sviluppo di un processo industriale di riciclo di terre rare da motori elettrici della mobilità elettrica



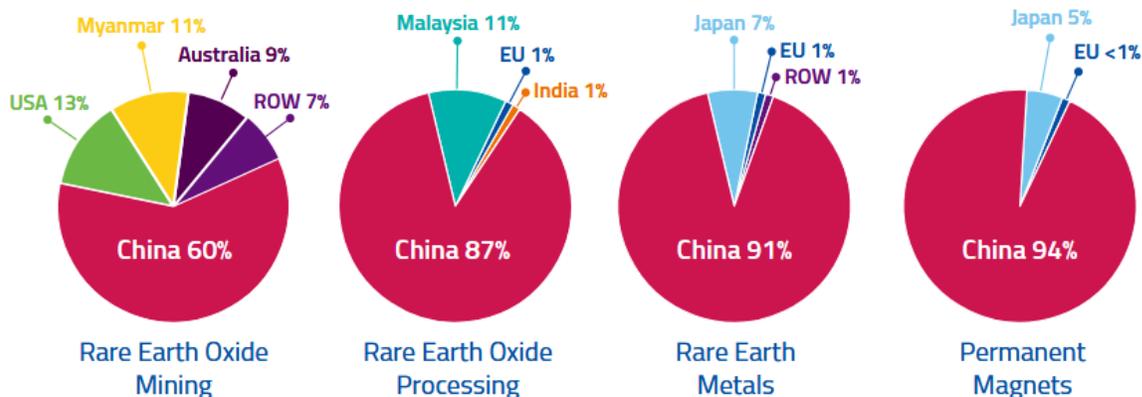
Sedi: Bologna

Rimini

Per maggiori info: fabrizio.passarini@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/fabrizio.passarini>

I magneti permanenti NdFeB sono i magneti più potenti sul mercato. Questi magneti sono realizzati con elementi di terre rare come Nd, Pr e Dy, elencati nell'elenco delle materie prime critiche dell'UE. Il motivo principale per cui gli elementi delle terre rare sono considerati materiale altamente critici per l'Europa è la distribuzione geografica della produzione globale. Oggi l'Europa non ha una produzione interna di elementi delle terre rare. (Figura 1).

I magneti permanenti NdFeB hanno un ruolo chiave nella **transizione ecologica** essendo un componente chiave dei **motori elettrici** della mobilità elettrica. Altre importanti applicazioni sono nell'elettronica di consumo come HDD e trasduttori acustici e nelle turbine eoliche e di moltissimi device elettronici.



Lo scopo di questo progetto è **sviluppare un processo di riciclo** in grado di recuperare il contenuto di **terre rare dai motori elettrici** o da scarti del trattamento dei RAEE.



Studio dell'interazione fra ambiente e materiali

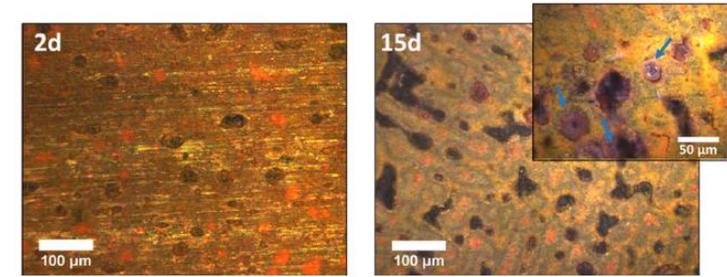
Per maggiori info: elena.bernardi@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/elena.bernardi/>

I materiali esposti all'ambiente, sia outdoor che indoor, sono naturalmente soggetti a fenomeni di degrado la cui natura e intensità dipende sia dal materiale che dalle condizioni di esposizione. Per contrastare questi fenomeni occorre comprendere i meccanismi di degrado e sviluppare adeguate strategie di protezione e conservazione. Le attività di ricerca condotte in questo ambito hanno principalmente i seguenti obiettivi:

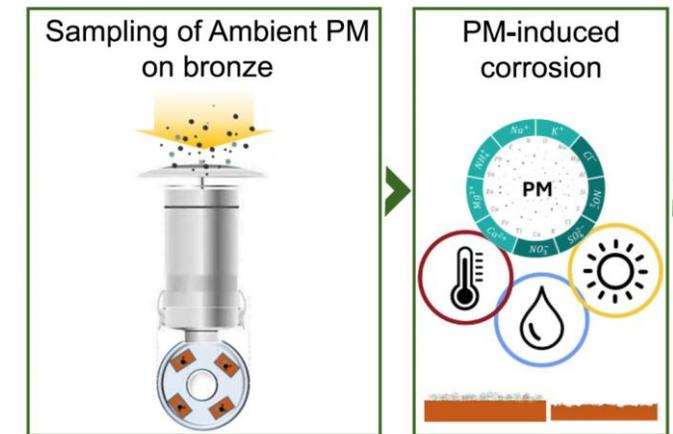
- Studio dell'**influenza dell'ambiente sul degrado di materiali** utilizzati per i beni culturali, applicazioni architettoniche o industriali
- Studio dell'**efficienza e durabilità di nuovi prodotti protettivi** per i materiali
- Sviluppo e applicazione di **test e metodologie di invecchiamento accelerato** per simulare in maniera rappresentativa gli ambienti di esposizione ed i fenomeni di degrado



Sede: Bologna



C. Chiavari, C. Martini, A. Balbo, C. Monticelli, C. Velino, G. Masi, E. Bernardi, Atmospheric corrosion of Cu-Si-Mn bronze for contemporary art under simulated runoff and continuous immersion conditions, *Corrosion Science*, **2022**, 205, 110442



Cofini, E.; Bernardi, E.; Ciacci, L.; Chiavari, C.; Martini, C.; Velino, C.; Vassura, I. The role of particulate matter in bronze corrosion: A novel method for assessment and prediction. *Science of The Total Environment* **2025**, 968, 178845.



Laboratorio per Invecchiamenti Accelerati:

FORMULAZIONE E DEPOSIZIONE DI PARTICOLATO ATMOSFERICO

Simula la deposizione secca



WET&DRY TEST

Test per immersioni alternate
Simula esposizione in condizioni
RIPARATE DALLA PIOGGIA BATTENTE



4 Mori (1626), Livorno

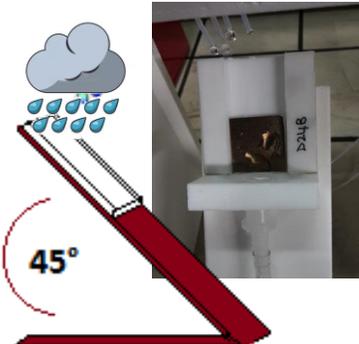
TEST IN CAMERA CLIMATICA

Simula esposizione a variazioni di
T, RH%, IRRAGGIAMENTO



DROPPING TEST

Simula esposizione in condizioni di
PIOGGIA BATTENTE



Definizione delle condizioni di invecchiamento naturale o accelerato sulla base delle condizioni di esposizione/utilizzo. Piogge e particolato atmosferico riprodotti in laboratorio o campionati in ambiente.

Pianificazione dei test ed elaborazione dei risultati effettuate, ove opportuno, anche attraverso tecniche statistiche e chemiometriche (es. DoE, PCA)

...ED ALTRE METODOLOGIE MESSE A PUNTO DI VOLTA
IN VOLTA IN RELAZIONE AL CASO DA AFFRONTARE !



Caratterizzazione dei materiali e dell'ambiente di esposizione attraverso analisi di superficie o in bulk

Principali strumentazioni utilizzate:

MICROSCOPIA

- Microscopia ottica
- Microscopia elettronica (SEM/FEG, SEM/EDS)

SPETTROSCOPIA

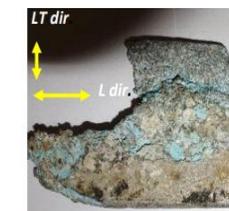
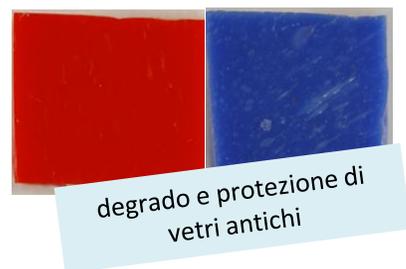
- Spettroscopia di Assorbimento o Emissione atomica (AAS; MP-AES)
- IR
- Raman

SPETTROFOTOMETRIA UV-Vis portatile per l'analisi del colore

CROMATOGRAFIA

- Cromatografia ionica (IC)

Alcuni esempi di ricerche condotte/in atto:



BIOactive COATINGS to preserve metal surfaces in Cultural heritage and Healthcare (PRIN-PNRR)



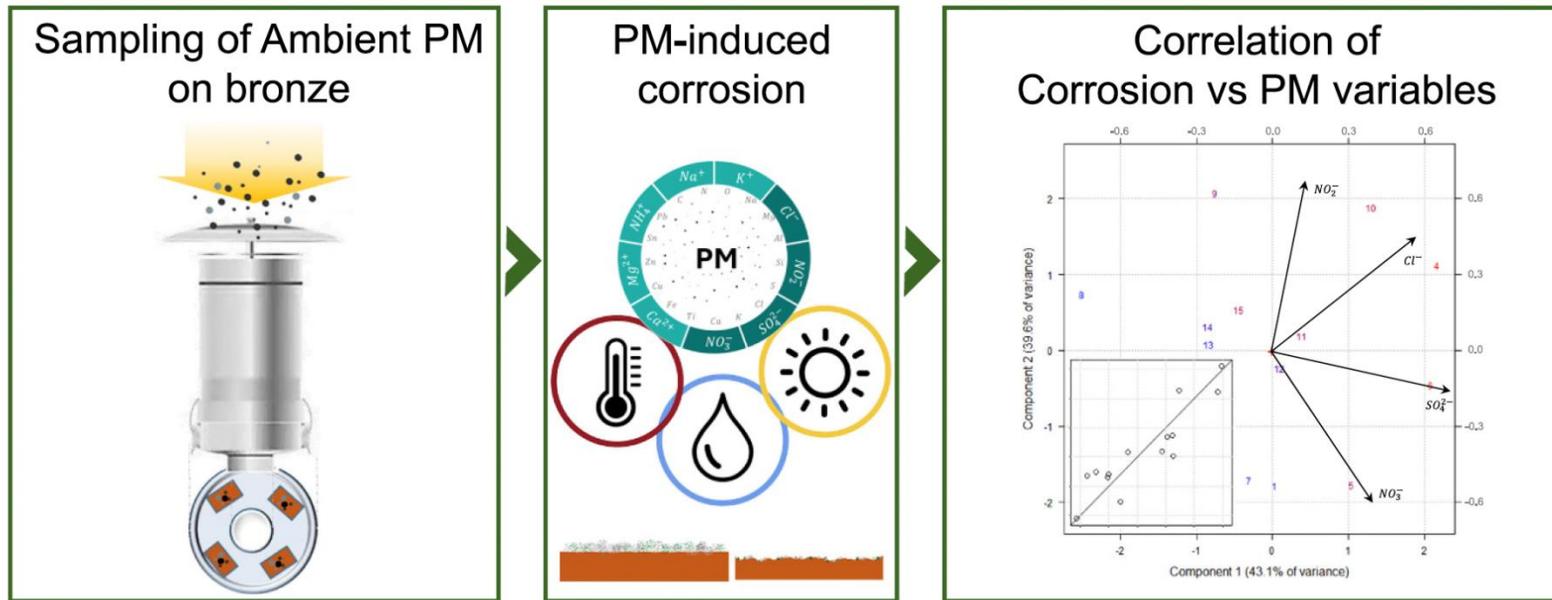
ricerche multidisciplinari, in collaborazione con altri Dipartimenti (DBC, DIN, DICAM, FABIT)

Applicazione di tecniche chemiometriche (*Analisi Multivariata*)

Per maggiori info: luca.ciacci5@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/luca.ciacci5>



Applicazione di **tecniche di analisi multivariata** (PCA - analisi delle componenti principali, cluster analysis, metodi di classificazione e di regressione) a dataset di interesse per la chimica dell'ambiente e dei beni culturali e la chimica industriale.



Cofini, E.; Bernardi, E.; Ciacci, L.; Chiavari, C.; Martini, C.; Velino, C.; Vassura, I. The role of particulate matter in bronze corrosion: A novel method for assessment and prediction. *Science of The Total Environment* **2025**, 968, 178845.



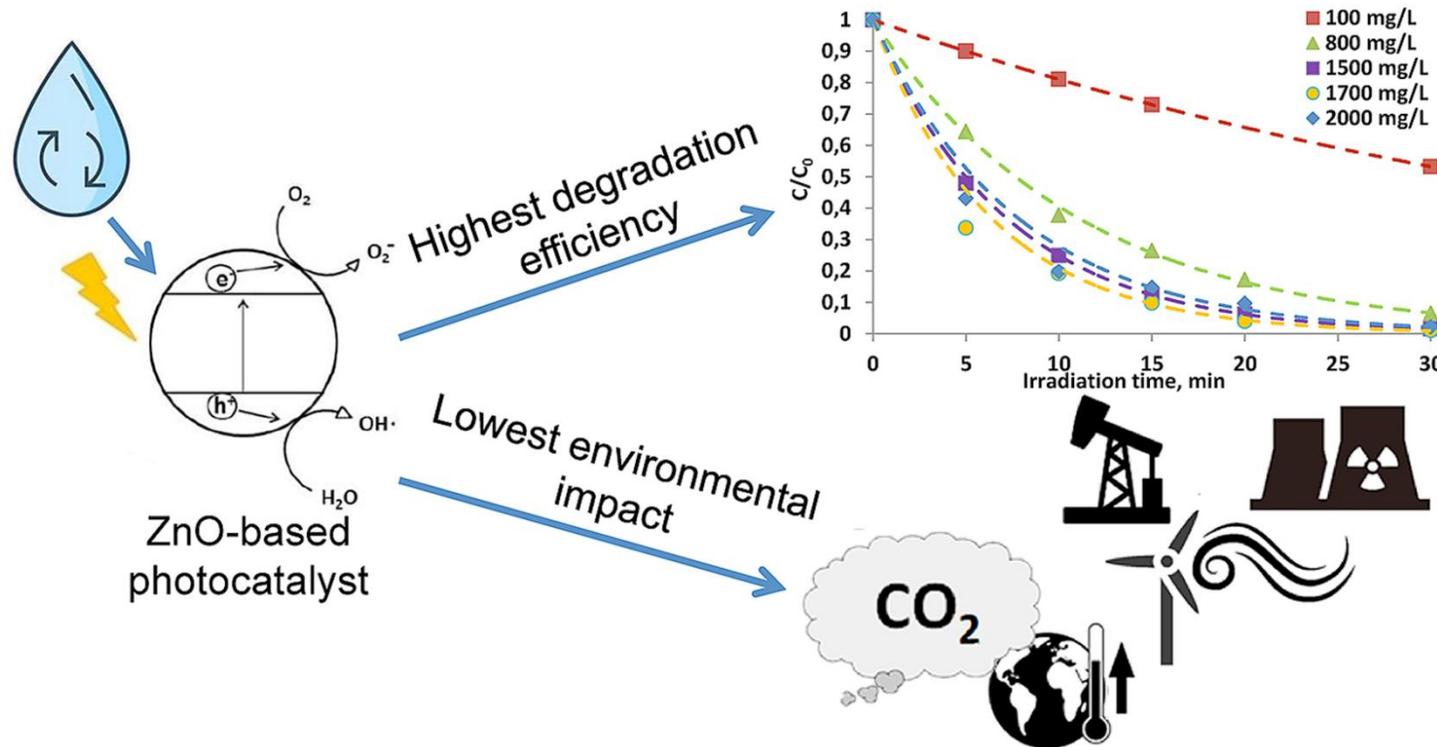
Applicazione di tecniche chemiometriche (*Design of Experiments, DOE*)

Per maggiori info: luca.ciacci5@unibo.it <https://www.unibo.it/sitoweb/luca.ciacci5>



Possibile lavoro da remoto

Applicazione di **tecniche di progettazione degli esperimenti (DoE)** per l'ottimizzazione di processi, l'incremento dell'efficienza e sostenibilità degli stessi.



Costamagna, M.; Ciacci, L.; Paganini, M. C.; Calza, P.; Passarini, F. Combining the highest degradation efficiency with the lowest environmental impact in zinc oxide based photocatalytic systems. *Journal of Cleaner Production* **2020**, 252, 119762.

