ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Gruppo di Chimica Analitica ed Elettrochimica

Dipartimento di Chimica Industriale «Toso Montanari»

Group Leader:
Prof.ssa Erika Scavetta

Componenti del gruppo di Ricerca

Erika Scavetta, prof.ssa ordinaria
Sergio Zappoli, prof. associato
Andreas Stephan Lesch, prof. associato
Isacco Gualandi, prof. associato
Federica Mariani, ricercatrice
Luisa Stella Dolci, ricercatrice

Competenze

Fabbricazione di **dispositivi e sistemi elettrochimici innovativi** (sensoristica, accumulo di energia, fuel cell, etc…)

Elettrosintesi e sintesi chimica di materiali per applicazioni elettrochimiche (**idrossidi doppi a strati, materiali inorganici, polimeri conduttori, esacianoferrati, etc**..)

Caratterizzazione elettrochimica

Caratterizzazione chimico-fisica mediante tutte le tecniche analitiche convenzionali

Design, sviluppo e caratterizzazione di sensori basati su **transistor organici a film sottile** per applicazioni avanzate **(sensori indossabili, portatili e per esperimenti in vitro)**

Fabbricazione di dispositivi elettrochimici attraverso **la stampa a getto di inchiostro**

Sviluppo di sensori a trasduzione elettrochimica (Scavetta, Gualandi, Lesch, Mariani, Dolci)

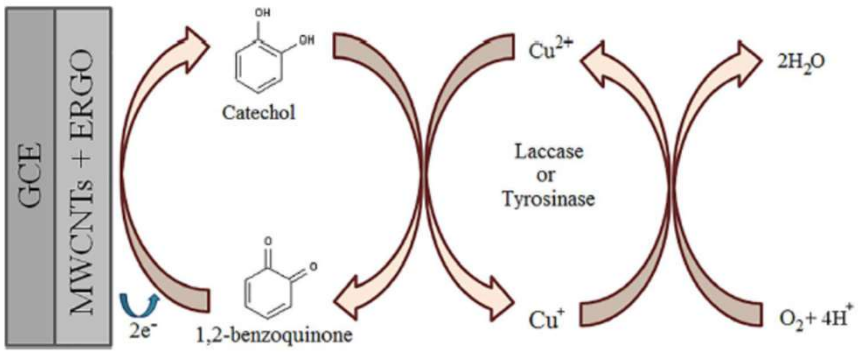
Fabbricazione di sensori basati su trasduzione amperometrica o potenziometrica.

Completa **caratterizzazione** chimico-fisica dei dispositivi

Studio del meccanismo di trasduzione

Valutazione delle **prestazioni sensoristiche** e loro **ottimizzazione**

Applicazione a **campioni reali** anche **riferibili** a matrici complesse

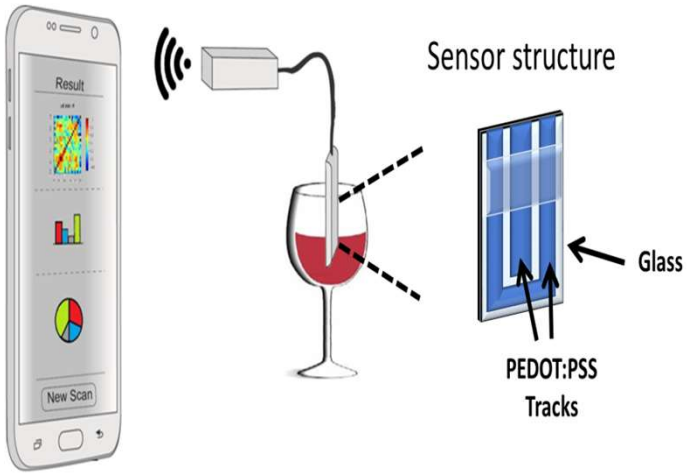


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Transistor elettrochimici per la realizzazione di SENSORI CHIMICI PORTATILI (Scavetta, Gualandi, Mariani)

Progetto di ricerca svolto in **collaborazione** con il gruppo della **prof.ssa Fraboni (DIFA)**

I transistor sviluppati presentano: **basso voltaggio** (< 1 V; ~ 100 µW), **amplificazione intrinseca del segnale**, sono **biocompatibili** e necessitano di una **elettronica di lettura semplice e a basso costo** (interfacciabili con smart phone)



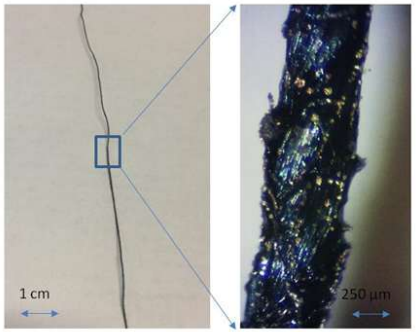
Sensori per matrici alimentari

Sensori per campioni ambientali

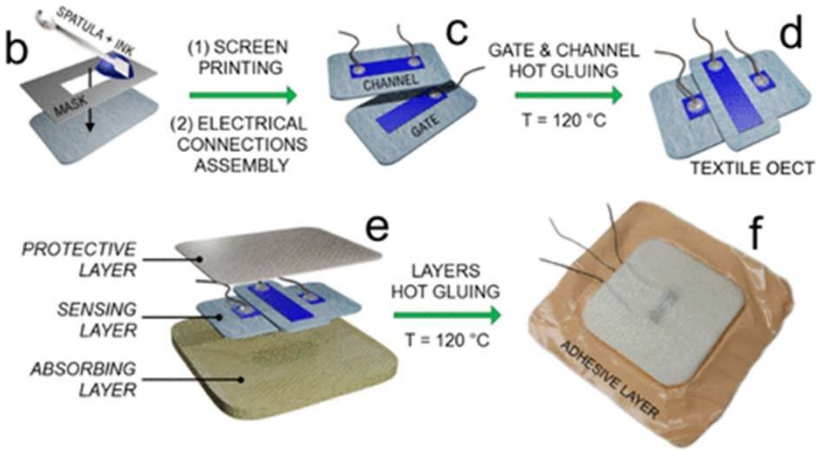
Transistor elettrochimici per la realizzazione di SENSORI CHIMICI INDOSSABILI (Scavetta, Gualandi, Mariani)

Progetto di ricerca svolto in **collaborazione** con il gruppo della **prof.ssa Fraboni (DIFA)**

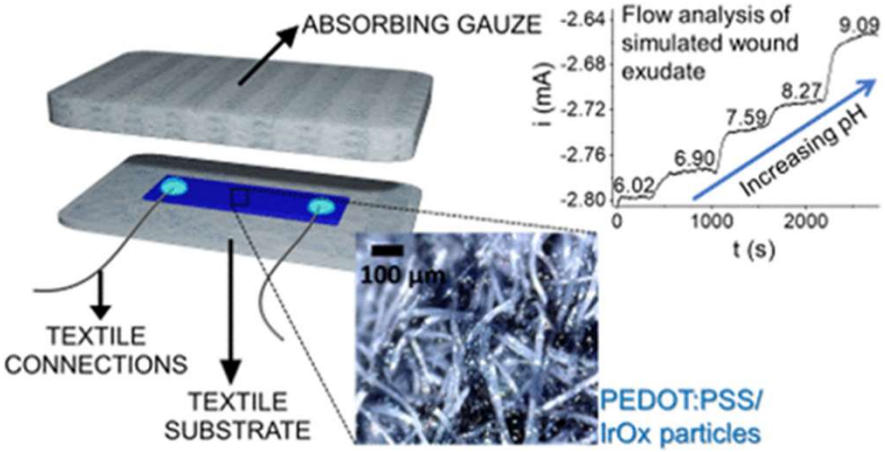
Sensori indossabili: i) **monitoraggio non invasivo di parametri fisiologici**; ii) integrati in oggetti di uso quotidiano **(abiti, medicazioni..)**; iii) flessibili e leggeri; iv) sviluppo di nuovi materiali



Sensore ottenuto su un filo di cotone



Processo di fabbricazione di una medicazione intelligente per la rivelazione dell'acido urico in essudato di ferita



Medicazione intelligente per la rivelazione del pH dell'essudato di ferita

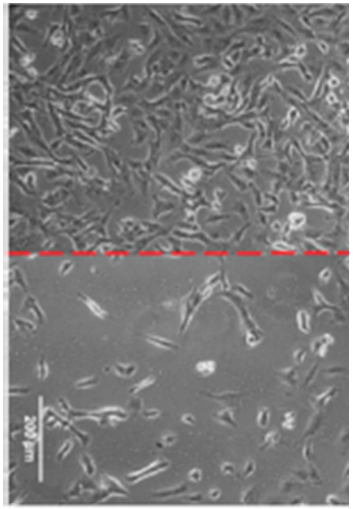
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Transistor elettrochimici per bioelettronica (Scavetta, Gualandi, Mariani)

Progetto di ricerca svolto in **collaborazione** con diversi gruppi di ricerca nazionali e internazionali

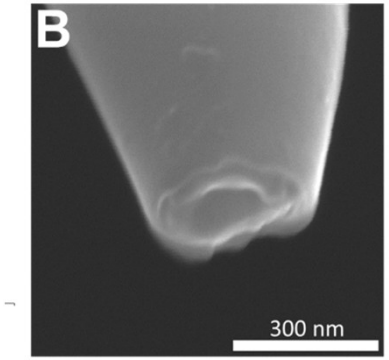
Applicazioni: i) **rivelazione di neurotrasmettitori e cellule**; ii) creazione di biointerfacce; iii) sviluppo di nuovi materiali

Reduced

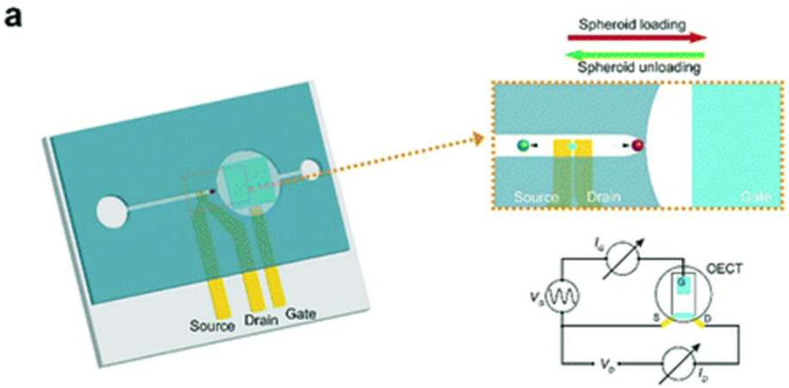


Oxidized

PEDOT:PSS per il controllo della crescita cellulare



Nano sensore per dopamina



Sensore per la rilevazione di cellule

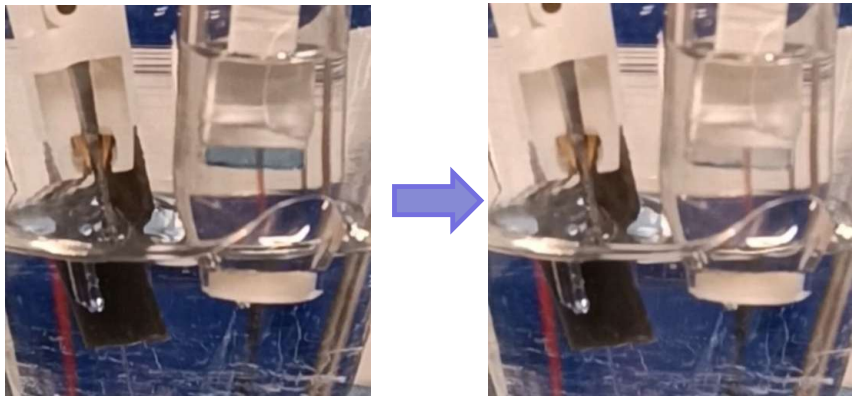
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Transistor elettrochimici per attuazione e applicazioni neuromorfiche (Scavetta, Gualandi, Mariani)

Progetto di ricerca svolto in **collaborazione** con il gruppo della **prof.ssa Fraboni (DIFA)**

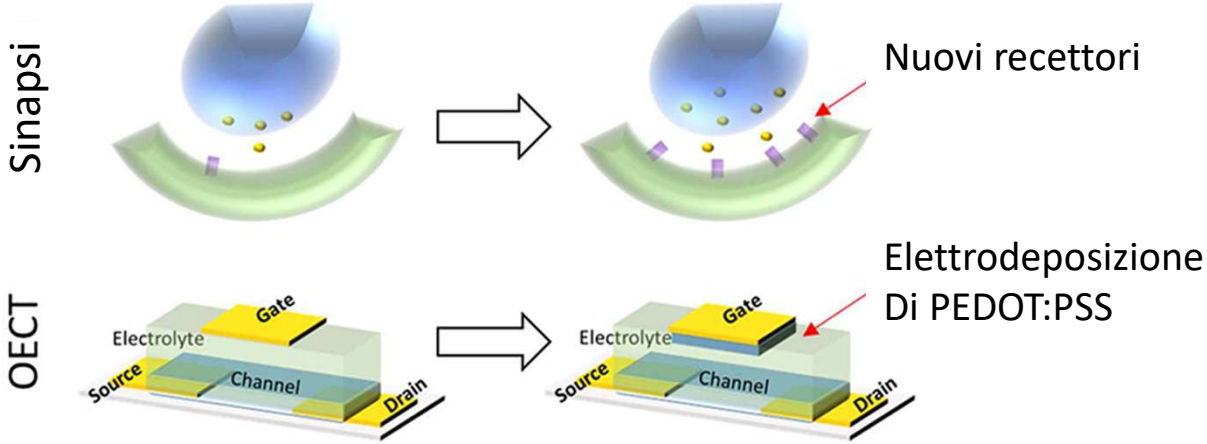
Dispositivo neuromorfico: imita il comportamento neurale con sistemi elettronici;

i) **controllo analogico di attuatori**; ii) imitazione della **plasticità** con **reazioni elettrochimiche**



Cambio di colore analogico tramite aggiunta di **neurotrasmettitore**

Potenziamento della plasticità



Modulazione di plasticità tramite **elettropolimerizzazione**

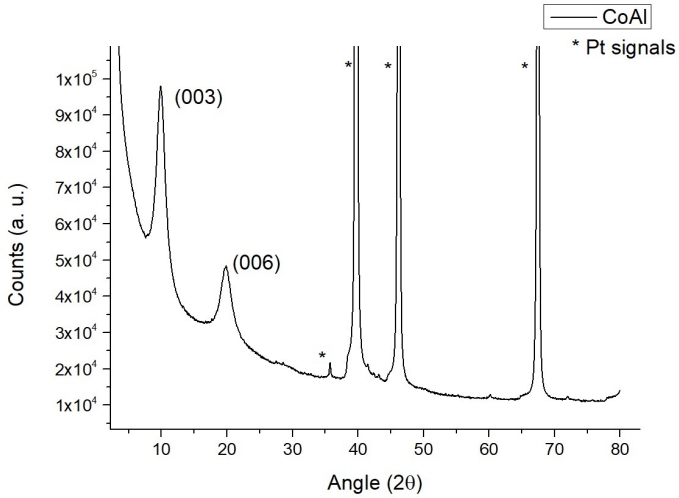
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

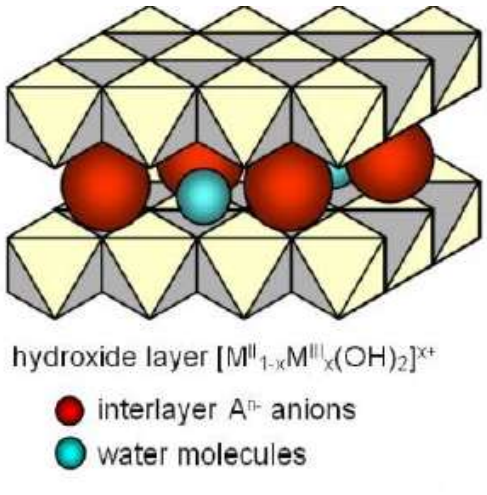
Sviluppo di elettrodi modificati con idrossidi doppi a strati (Scavetta, Mariani, Gualandi, Dolci)

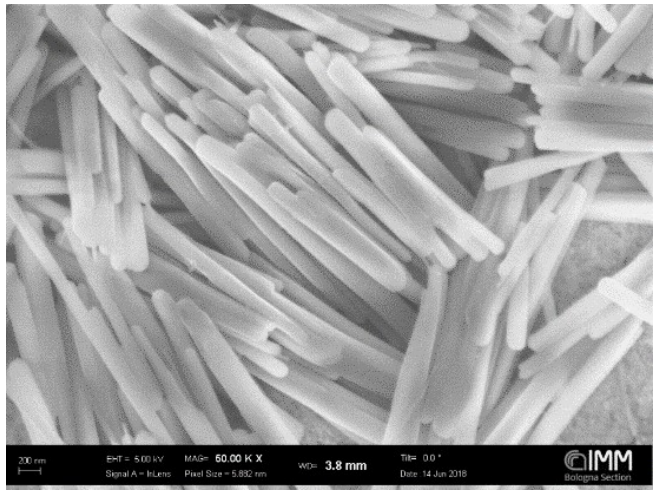
Idrossidi doppi a strati:

Elevata area superficiale, scambio di anioni, variabilità della composizione chimica → controllo delle proprietà chimiche e fisiche

- **Applicazioni**: sviluppo di sensori, supercapacitori, elettrodi per ossidazione dell'ossigeno, anodi per fuel cell e catalizzatori per reazioni in fase gas (in collaborazione con il gruppo di catalisi)





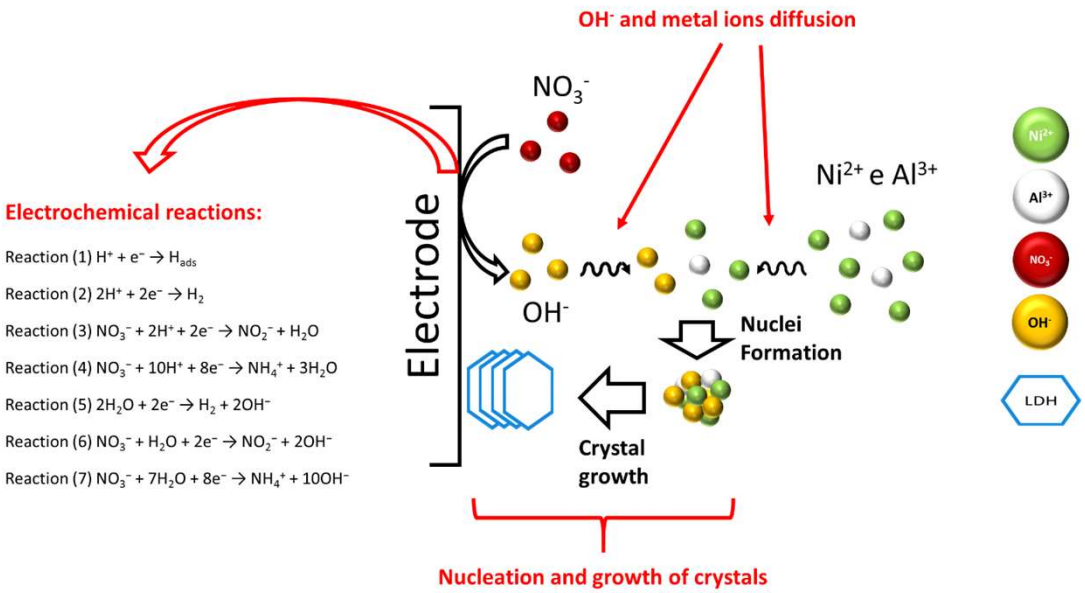


ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Sviluppo di elettrodi modificati con idrossidi doppi a strati (Scavetta, Mariani, Gualandi, Dolci)

Modifica di **substrati elettrodici** tramite **elettrosintesi** di **idrossidi doppi a strati** contenenti diversi tipi di cationi:

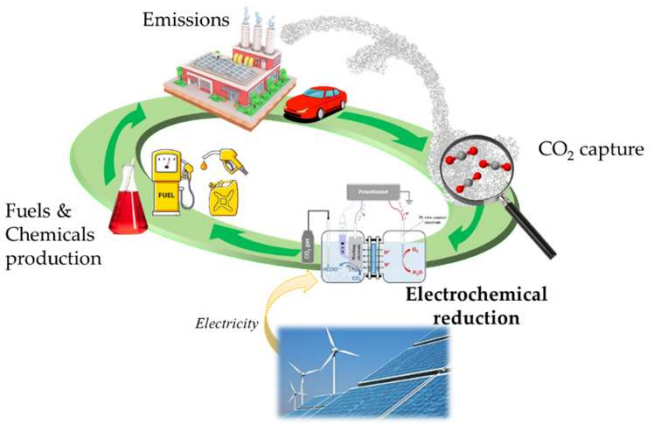
Elettrosintesi: possibile su ogni substrato conduttore, economica e semplice permette un'ottima adesione sul substrato e un buon controllo dello spessore del materiale depositato



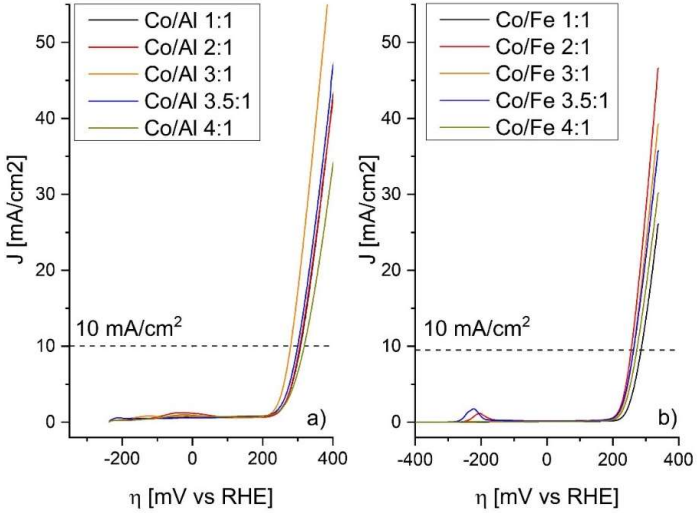
Elettrodi modificati con idrossidi doppi a strati per sistemi elettrocatalitici per lo storage di energia (Scavetta, Mariani, Gualandi, Dolci)

Idrossidi doppi a strati per la conversione e l'accumulo di energia:

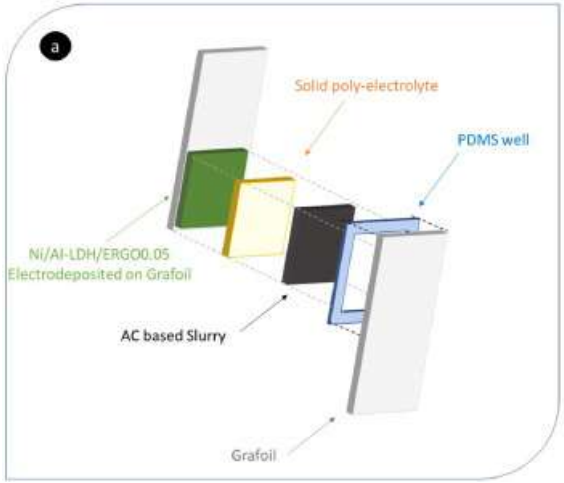
i) Catodi per la riduzione della CO_2; ii) Anodi per la produzione di ossigeno; iii) elettrocatalizzatori polifunzionali; iv) supercapacitori



Schema di principio di un'economia circolare basata sulla cattura della CO_2



Caratterizzazione di un anodo per la produzione di O_2



Sviluppo di supercapacitori

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Elettrodi modificati con idrossidi doppi a strati per applicazioni sensoristiche (Scavetta, Lesch, Gualandi, Mariani, Dolci)

Idrossidi doppi a strati per il sensing:

i) Sensing elettrochimico; ii) elettrocatalisi; iii) preconcentrazione; iv) dispositivi portatili e low cost

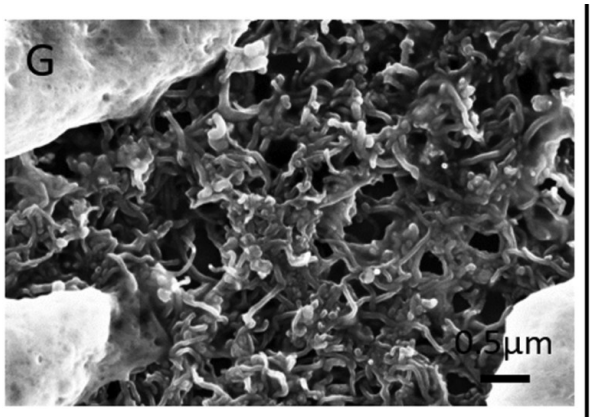
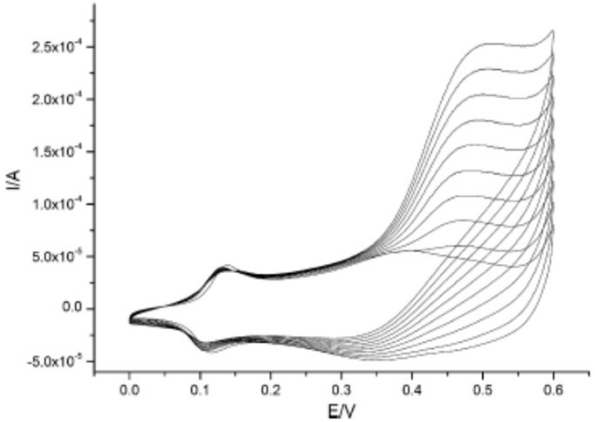


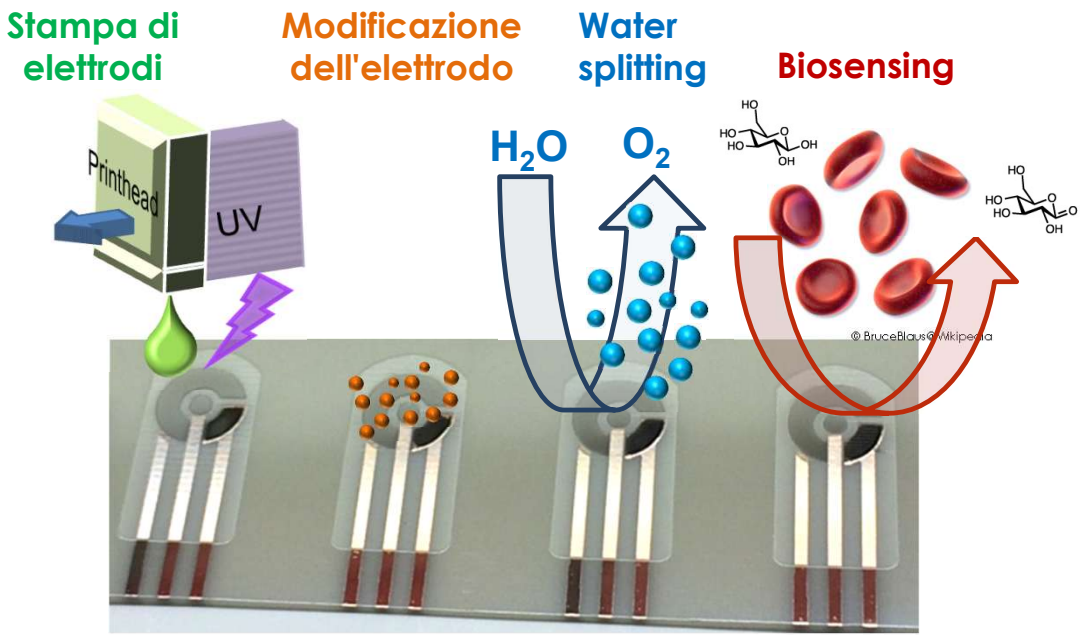
Immagine SEM di un elettrodo usato per la rivelazione del glucosio



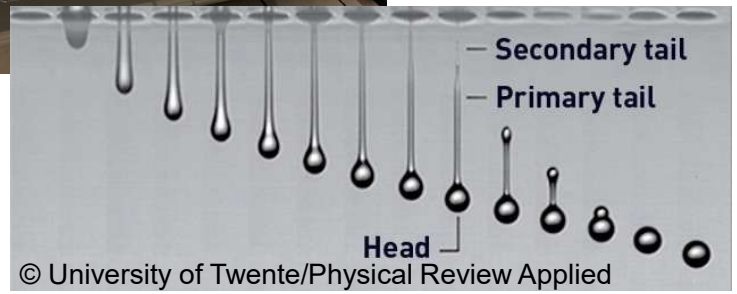
Tipico responso registrato in elettrocatalisi

Elettrodo di nanotubi di carbonio (CNT) stampato a getto d'inchiostro, modificato con LDH

Stampa a getto d'inchiostro di elettrodi micro- e nanostrutturati (Lesch)



Stampante a getto d'inchiostro in laboratorio



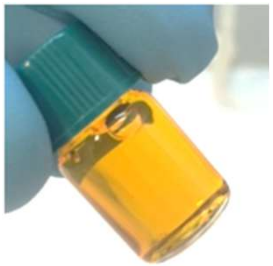
Materiali stampati:

- strati di metalli (platino, oro, argento, rutenio)
- strati di materiali carbonosi (nanotubi di carbone, grafene, ecc)
- elettrocatalisatori (nanoparticelle di metalli e ossidi di metalli)
- idrogel/polimeri

Applicazioni

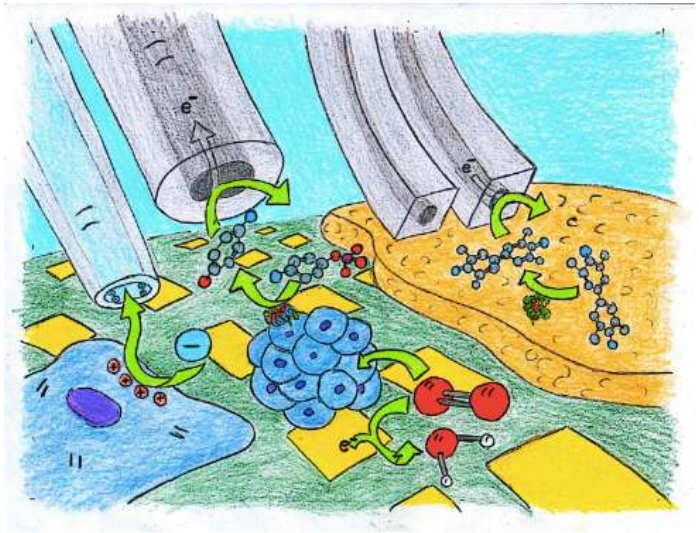
- Rilevamento elettrochimico di analiti (p.s. glucosio, batteri, ...)
- Biosensori elettrochimici
- Conversione d'energia (evoluzione di idrogeno e ossigeno)

Inchiostri commerciali e sintetizzati

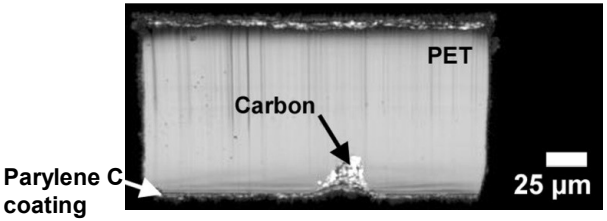


Microscopia a scansione elettrochimica (Lesch)

Imaging elettrochimico anziché imaging ottico (non invasivo, visualizza molecole elettroattive)

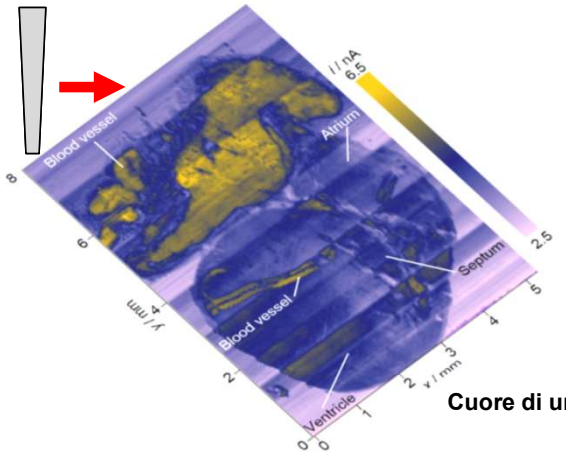


Micro- e nanoelettrodi



Microelettrodo di carbonio

Distribuzione dei proteine nei tessuti biologici



Cuore di un topo

Screening di librerie combinatorie di (foto-)elettrocatalizzatori per la ricerca di materiali utilizzati nella conversione e stoccaggio dell'energia

Progetti di tesi in collaborazione con aziende (Scavetta, Gualandi, Mariani, Dolci)

Il gruppo di chimica analitica presenta le seguenti collaborazioni aziendali. I progetti di ricerca potrebbero supportare lo sviluppo di una tesi.

Medtronic (sede dove sarà svolto principalmente il progetto: **Mirandola**)

Snam (con il gruppo del prof. Basile): Sviluppo di anodi per l'ossidazione del metanolo

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Gruppo di Elettrochimica, Spettroscopia ed Energia (S2E)

Dipartimento di Chimica Industriale «Toso Montanari»

Group Leader:
Prof. Marco Giorgetti

Componenti del gruppo di Ricerca

Marco Giorgetti, Prof. associato
Min Li, Assegnista
Rosalinda Sciacca, Assegnista
Mariam Maisuradze, PhD

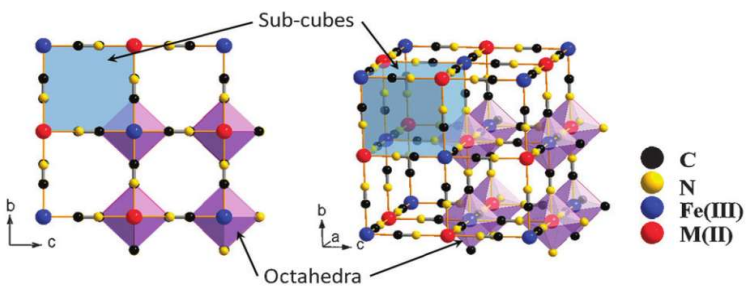
Competenze

Il gruppo si occupa principalmente in ricerche nel campo dell'elettrochimica applicata, dell'analisi spettroscopica tramite metodi di raggi x e le loro applicazioni in campo energetico, come ad esempio materiali per batterie e supercapacitori a ioni, sia monovalenti che multivalenti. Il funzionamento di tali materiali viene poi analizzato tramite le più opportune tecniche analitiche avanzate, anche utilizzando la radiazione di sincrotrone.

Principali linee di ricerca avviate:
1- sviluppo di batterie e caratterizzazione con raggi X

Elettrochimica applicata (Batterie): elettro-sintesi e sintesi inorganica di materiali innovativi nel campo dei dispositivi di stoccaggio di energia e scambiatori ionici

Caratterizzazione dei materiali tramite spettroscopia a raggi X: XAFS (X-ray Absorption Spectroscopy) e **XPS** (X-ray Photoelectron Spectroscopy)



$A_xM_y[Fe(CN)_6] \cdot zH_2O$

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

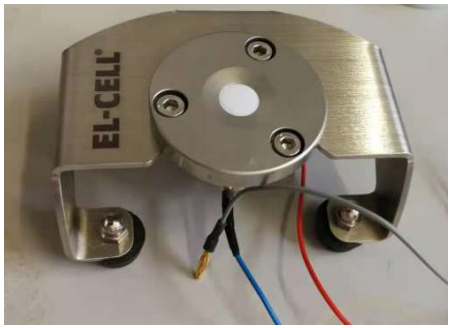
Principali linee di ricerca avviate:
1- sviluppo di batterie e caratterizzazione con raggi X

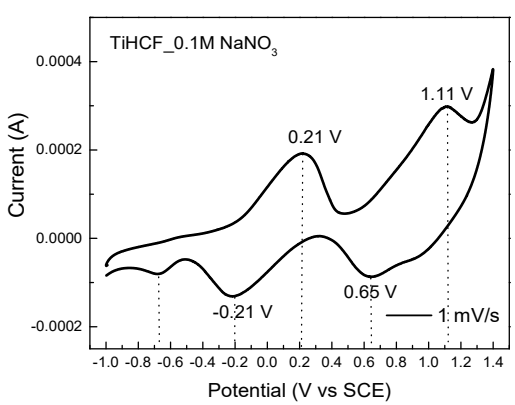
Test elettrochimici

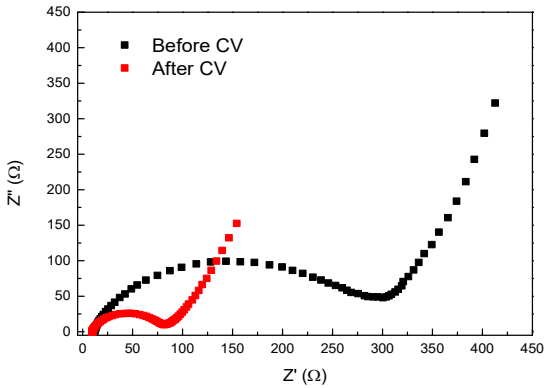
a. **Cyclic voltammetry (CV) test**

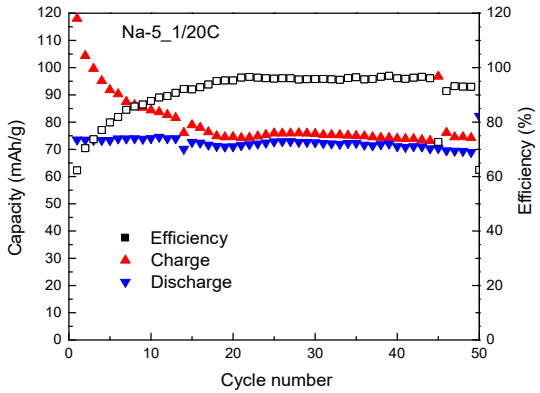
b. **Electrochemcial impedance test**

c. **Galvanostatic charge/discharge test**







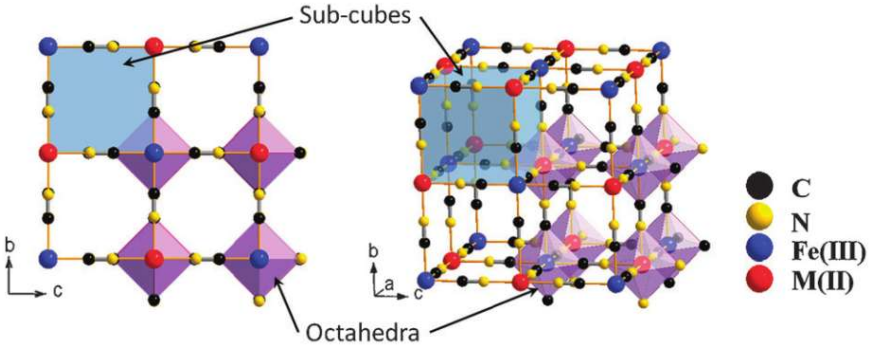


➢ **Redox peaks of electrode material** ➢ **Impedance information** ➢ **Stability of battery**

Principali linee di ricerca avviate:
2- Sintesi, caratterizzazione, utilizzo di esacianometallati per applicazioni tecnologiche

- Elettrocromismo e termocromismo
- Scambio ionico
- Elettrocatalisi e proprietà redox
- Magnetizzazione foto-indotta
- Transizioni di spin
- Attività antibatterica
- Batterie

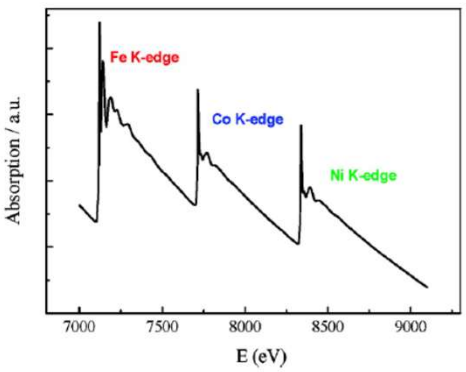
Analoghi dei blu di prussia



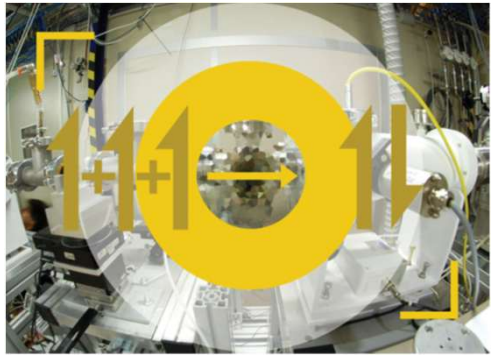
CoHCF ossidato

Co HCF ridotto

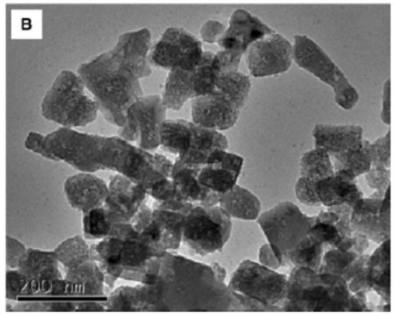
Analisi XAS Multiple-EDGE

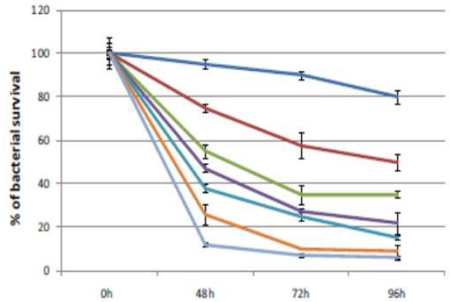


Transizioni di spin



Attività antibatterica

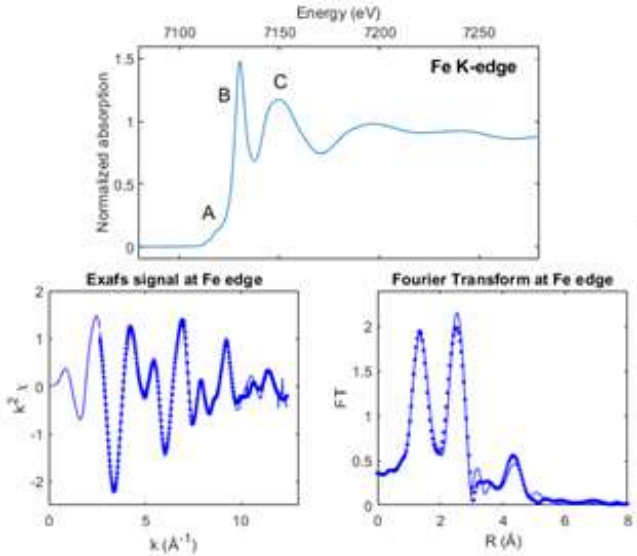




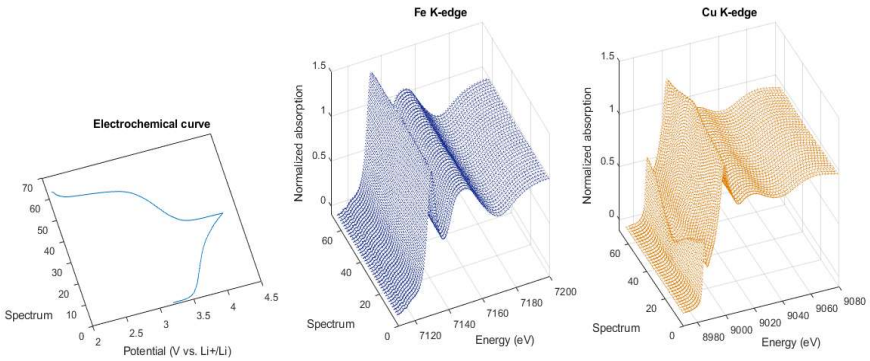
ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Principali linee di ricerca avviate:
3- Analisi di spettri XAFS, XRPD e XPS, e analisi di dati mediante metodi chemometrici

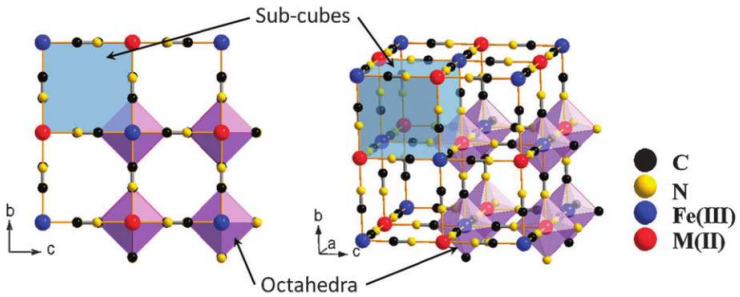
Studio *operando* di una batteria *made in UniBO*

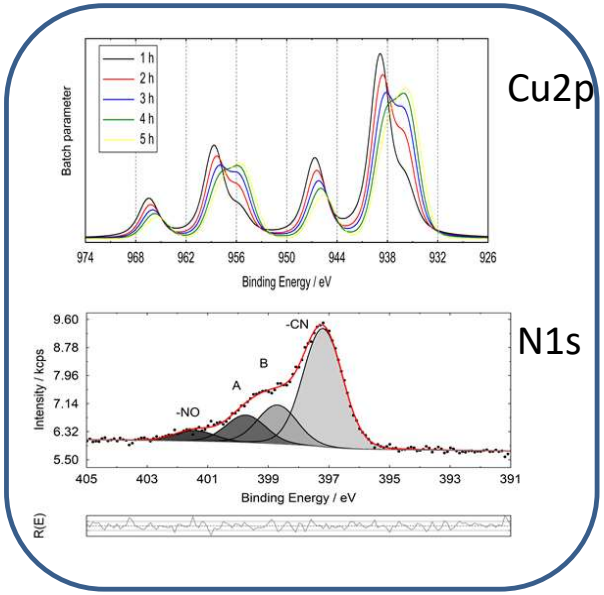


Simulazione della regione EXAFS



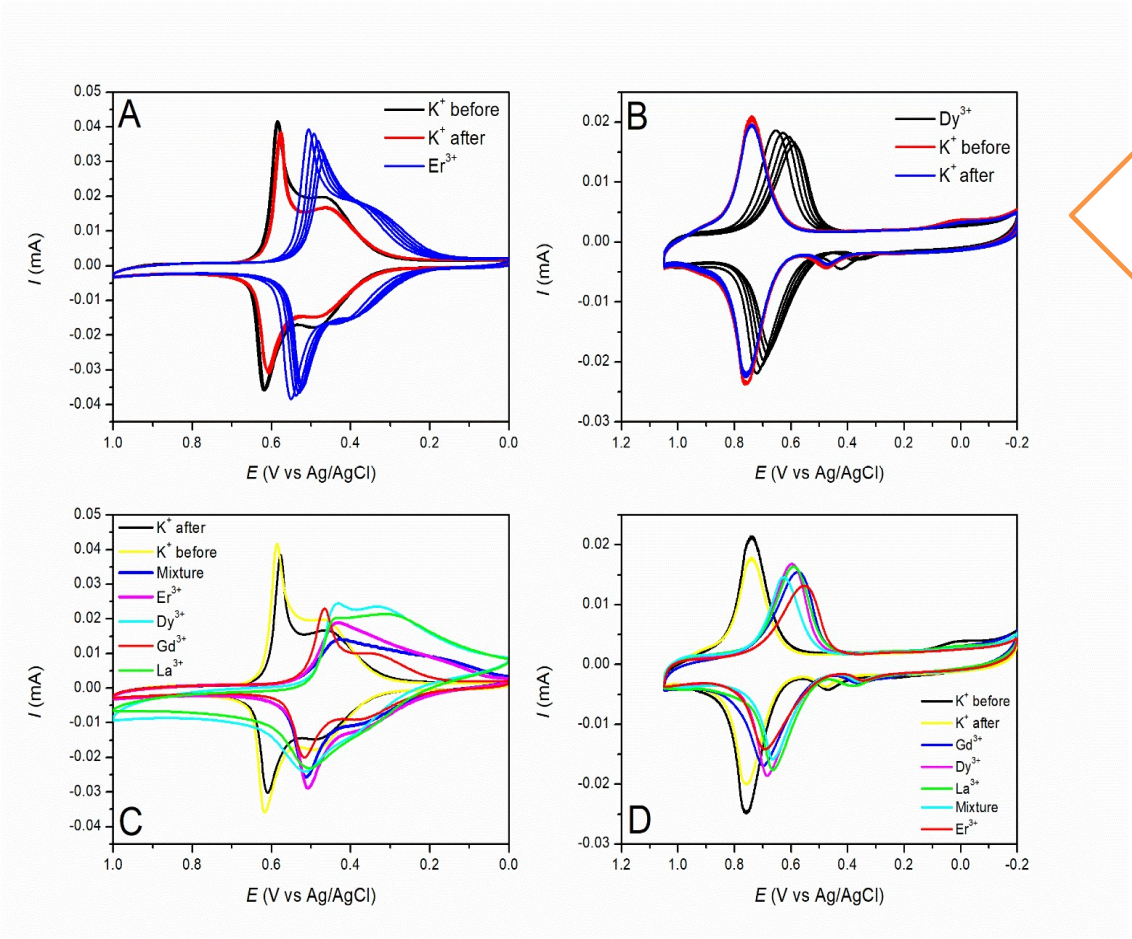
Analoghi dei blu di prussia





Analisi e fitting di spettri XPS

Principali linee di ricerca avviate
4. Sviluppo di metodiche elettrochimiche per il recupero di terre rare



CV di film sottili di esacianometallati durante il processo di intercalazione/deintercalazione delle terre rare

Film sottile di esacianometallato su GCE

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Gruppo CHINANOR
Advanced Material

Dipartimento di Chimica Industriale «Toso Montanari

Group Leader

Prof.ssa Barbara Ballarin

Componenti del gruppo di Ricerca

Barbara Ballarin, Prof. Associato
https://www.unibo.it/sitoweb/barbara.ballarin

Maria Cristina Cassani, Prof. Associato
https://www.unibo.it/sitoweb/maria.cassani

Valentina Di Matteo, PhD

Lamyea Yeasmin, PhD

web site: https://chimica-industriale.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/chinanor

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Competenze

CHINANOR è un gruppo multidisciplinare compost da ricercatori con esperienza nel settore Inorganico (Prof. Maria Cristina Cassani) e Analitico (Prof. Barbara Ballarin).

Sistemi elettrochimici innovativi (sensoristica, accumulo di energia)

Elettrosintesi e sintesi chimica di materiali innovativi (Metal Organic Framework (MOF), polimeri conduttori, hydrogel)

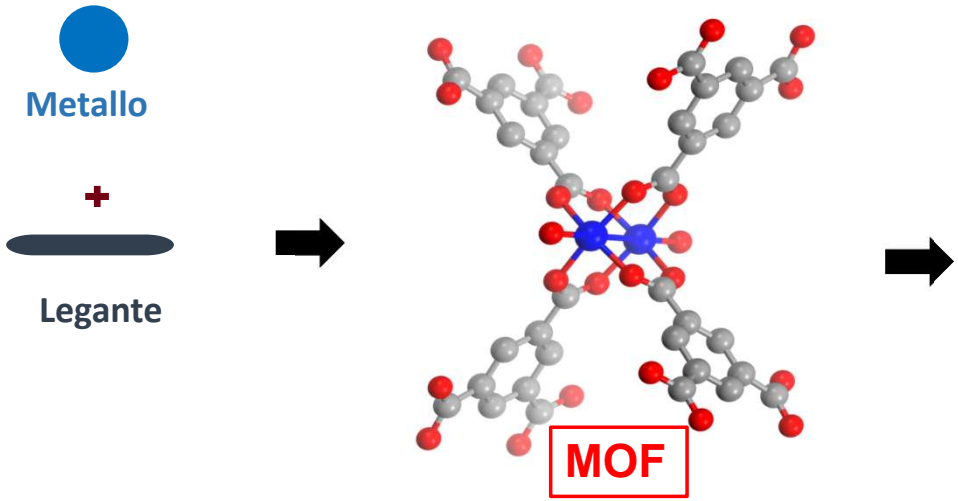
Caratterizzazione chimico-fisica e elettrochimica mediante diverse tecniche analitiche convenzionali

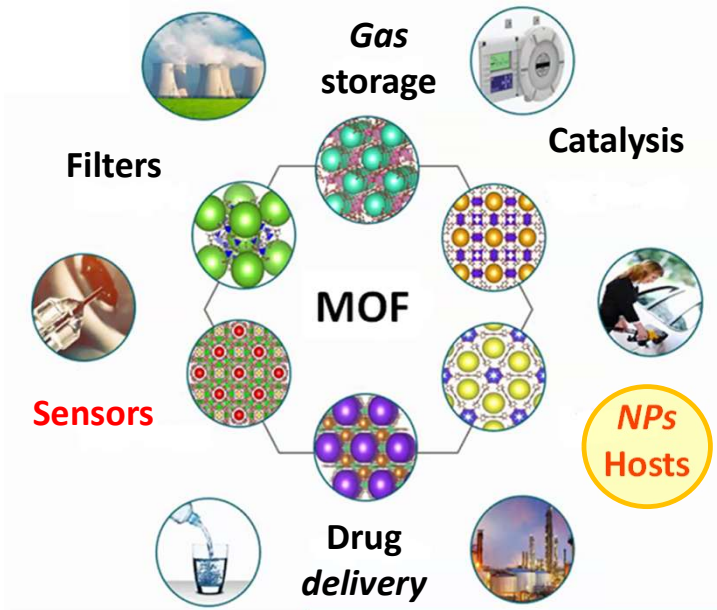
Applicazioni nel settore biomedicale, energetico, sensoristico e dei beni culturali

Principali linee di ricerca avviate:

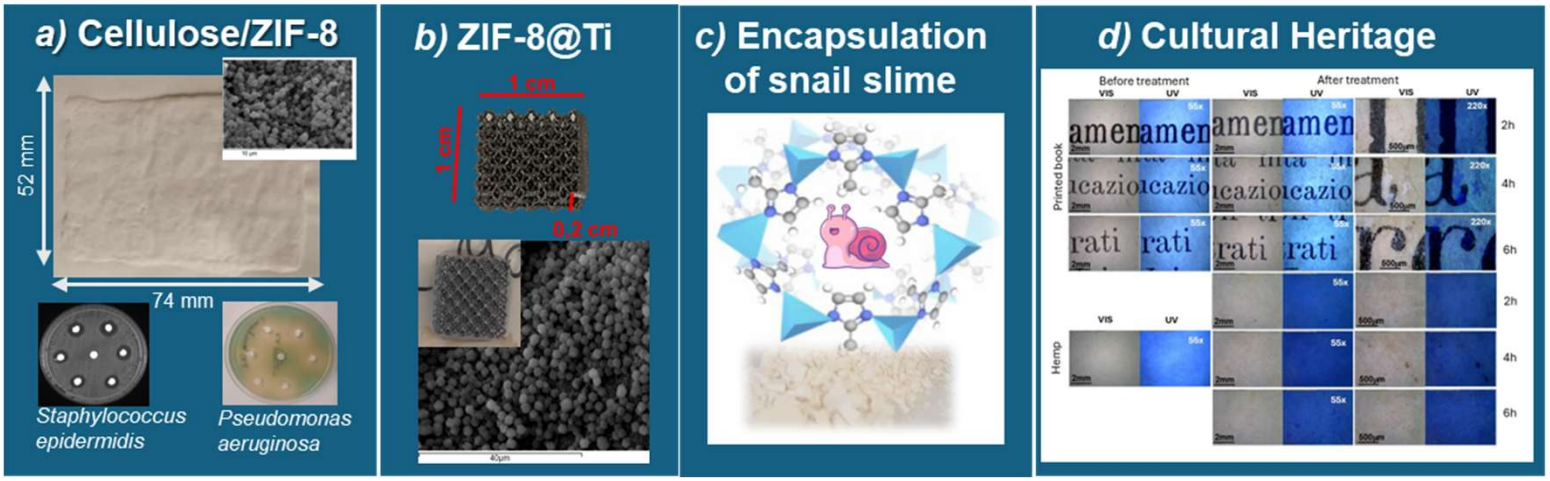
1) MOFs: Metal Organic Framework, sintesi e caratterizzazioni *(Cassani, Di Matteo)*

I MOFs sono una classe di materiali cristallini con alta area superficiale. Rispetto ai tradizionali adsorbenti porosi, l'unicità della struttura cristallina dei MOFs permette di progettare strutture con dimensioni e proprietà chimico-fisiche della superficie interna dei pori predeterminate, per applicazioni specifiche.





2) MOFs from biomedical to cultural heritage applications *(Cassani, Di Matteo, Ballarin)*



a, b, c) Biomedical applications of ZIF-8; ***d)*** cultural heritage applications: Paper conservation

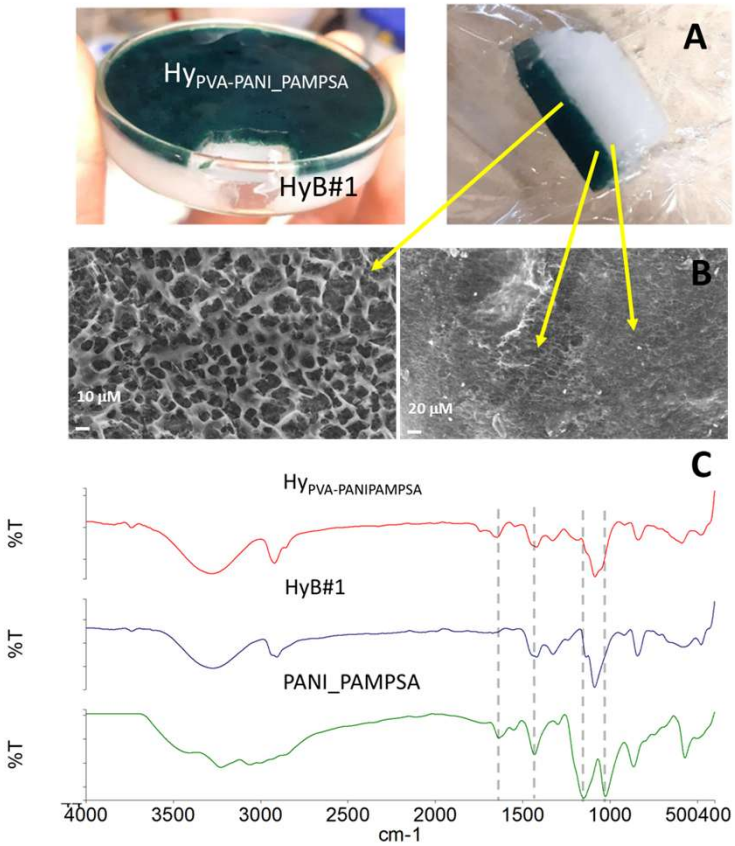
[***a***] V. Di Matteo, M.F. Di Filippo, B. Ballarin, G.A. Gentilomi, F. Bonvicini, S. Panzavolta, M.C. Cassani, *J. Funct. Biomater.* **2023**, 14, 472.

[***b***] V. Di Matteo, M.F. Di Filippo, B. Ballarin, F. Bonvicini, M.R. Iaquinta, S. Panzavolta, E. Mazzoni, M.C. Cassani, *Front. Chem*. **2024**, 12:1452670.

[***c***] M.F. Di Filippo, V. Di Matteo, L.S. Dolci, B. Albertini, B. Ballarin, M.C. Cassani, N. Passerini, F. Bonvicini, G. Gentilomi, S. Panzavolta, *Nanomaterials* **2022**, 12, 3447.

[***d***] E. Balliana, M. Marchand, V. Di Matteo, B. Ballarin, M.C. Cassani, S. Panzavolta, E. Zendri, *Polymers* **2025**,*17*, 1369.

3) Hydrogel sintesi e caratterizzazioni (*Ballarin, Cassani, Yeasmin)*

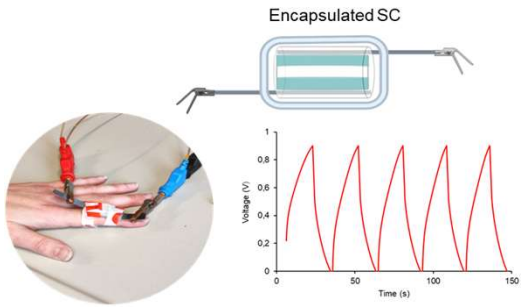


A) hydrogel by-layer; **B)** caratterizzazione SEM; **C)** caratterizzazione ATR-FTIR

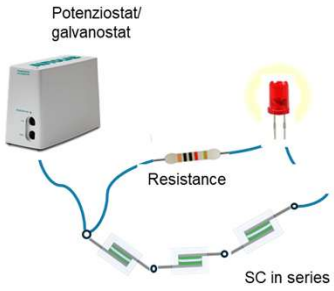
Gli hydrogel (o idrogel) sono materiali polimerici costituiti da una rete tridimensionale di macromolecole idrofile, cioè con affinità per l'acqua, legate tra loro tramite reticolazioni chimiche o fisiche. La loro caratteristica principale è la capacità di assorbire e trattenere grandi quantità di acqua o soluzioni acquose, arrivando a contenere dal 10-20% fino a migliaia di volte il proprio peso iniziale da asciutti, senza dissolversi nell'acqua stessa, e la capacità di rigenerarsi.

ACS Omega 2024, 9, 6, 6391–6402

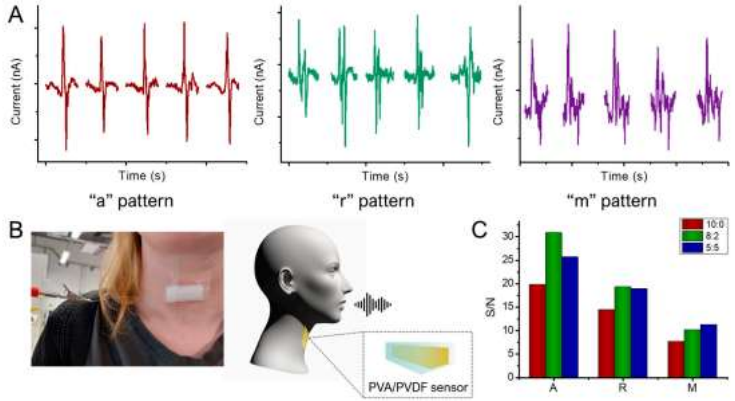
4) Hydrogel, un materiale versatile per diverse applicazioni (*Ballarin, Cassani, Yeasmin)*



Wearable device



Energy storage device



Human voice sensor

Grazie alla loro biocompatibilità, flessibilità e porosità, gli hydrogel trovano impiego in numerosi settori:

- Biomedicale: supporto per la crescita cellulare in ingegneria tissutale, medicazioni per ferite e ustioni, rilascio controllato di farmaci.
- Energia: sensori. supercapacitori e dispositivi diagnostici.
- Ambiente: **assorbenti**, **rivestimenti**.

Gels 2024, 10, 458
Gels 2025, 11, 133