

Attualità

SISTEMI ELETTROCHIMICI DI ACCUMULO E CONVERSIONE DELL'ENERGIA AL LEME (LABORATORIO DI ELETTROCHIMICA DEI MATERIALI PER L'ENERGETICA): RICERCA DI BASE E COLLABORAZIONI INDUSTRIALI

Catia Arbizzani, Francesca Soavi

Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician"

Laboratorio di Elettrochimica dei Materiali per l'Energetica

Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Attraverso una fitta rete di collaborazioni con realtà industriali locali e internazionali, il Laboratorio di Elettrochimica dei Materiali per l'Energetica dell'Università di Bologna sta continuando a crescere portando avanti sia la ricerca di base che la ricerca applicata in ambito energetico, entrambe fondamentali in un mondo in cui i cambiamenti climatici stanno aprendo nuovi scenari.

Electrochemical Accumulation and Conversion of Energy Systems at LEME (Laboratory of Electrochemistry of Energy Materials): Basic Research and Industrial Collaborations

Through a wide collaboration network with local and international companies, the Laboratory of Electrochemistry of Materials for Energetics at Bologna University is constantly growing by carrying out both basic research and applied research in the energy field, which are both fundamental in a world where climate changes are opening up new scenarios.

Il Laboratorio di Elettrochimica dei Materiali per l'Energetica ([LEME](#)), diretto dalla Prof.ssa M. Mastragostino per oltre trent'anni fino al 2013, sta continuando nella direzione della ricerca di base e applicata nel campo dei materiali per sistemi elettrochimici di accumulo/conversione di energia quali batterie, supercondensatori e celle a combustibile. Le



industrie italiane e straniere hanno sempre collaborato con il LEME sia nell'ambito dei Progetti Europei che nell'ambito di progetti nazionali [1, 2].

Catia Arbizzani e Francesca Soavi hanno continuato a lavorare in questa direzione cercando di coinvolgere massimamente i partner industriali e l'ENEA. I progetti e le collaborazioni attualmente in corso ne sono una valida prova. Con l'ambizione di promuovere azioni di trasferimento tecnologico nel campo dei sistemi elettrochimici di accumulo e conversione

dell'energia, il gruppo è attualmente impegnato nella costituzione del laboratorio EnerCube, incubatore di imprese che intendano valorizzare prodotti della ricerca in tale settore, presso il nascente Centro Ricerche Ambiente, Energia e Mare di Marina di Ravenna (RA), del Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale CIRI FRAME "Fonti Rinnovabili, Ambiente, Mare ed Energia" che ospiterà anche laboratori Fraunhofer.

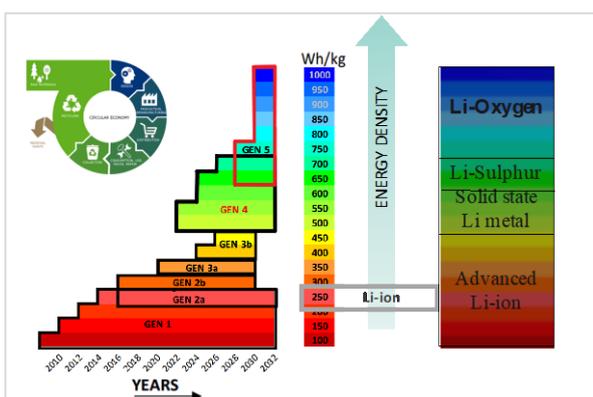
LEME aderisce al gruppo GISEL, Gruppo Italiano Sistemi di Accumulo Electrochimici, una rete di laboratori accademici e di centri di ricerca pubblici e industriali, che intende interfacciarsi con interlocutori a livello nazionale e internazionale per contribuire, con un approccio fortemente interdisciplinare, alla crescita italiana nell'ambito di batterie, batterie a flusso e supercondensatori.

LEME ed ENEA

Quella con l'ENEA è una collaborazione storica continua senza soluzione di continuità sul tema delle batterie litio/zolfo, sodio ione e litio ione ad alta energia nell'ambito della "Ricerca di Sistema Elettrico" [3-5]. Questo programma di ENEA prevede un insieme di attività di ricerca e sviluppo finalizzate a ridurre il costo dell'energia elettrica per gli utenti finali, migliorare l'affidabilità del sistema e la qualità del servizio, ridurre l'impatto del sistema elettrico sull'ambiente e sulla salute, consentire l'utilizzo razionale delle risorse energetiche ed assicurare al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile ([ENEA](#)).

Per l'attuazione delle attività di ricerca il Ministero dello Sviluppo Economico stipula Accordi di Programma (AdP) con ENEA, RSE SpA e CNR. I tre soggetti affidatari annualmente presentano Piani Annuali di Realizzazione (PAR) in cui sono pianificate le attività di ricerca in collaborazione con gli Atenei italiani previste nell'accordo [6].

Il LEME nell'ambito del PAR 2019-2021 ha due Progetti: uno ha lo scopo di sviluppare elettroliti stabili per batterie sodio ione e caratterizzare e migliorare l'interfase dell'anodo di litio metallico nelle celle litio/zolfo; l'altro è volto allo sviluppo di nuovi processi per la realizzazione di catodi ad intercalazione di litio ad alto voltaggio e di catodi ad ossigeno per nuove batterie con litio metallico [7, 8].



LEME ed ENI

La Partnership Strategica tra Università di Bologna ed ENI "Traiettorie di ricerca e innovazione", tramite un accordo quadro triennale dal valore totale di 5 milioni di euro, ha dato il via a progetti di ricerca e sviluppo sui temi dell'energia. In tale ambito il gruppo LEME sta contribuendo con attività di ricerca sulla caratterizzazione di nuovi catodi per le batterie litio/zolfo del futuro ([UNIBO&ENI](#)).

LEME e la REGIONE EMILIA ROMAGNA

Nell'ambito del progetto "Alte competenze per la ricerca e il trasferimento tecnologico e l'imprenditorialità" POR FSE 2014/2020 Obiettivo tematico 10, il gruppo LEME è stato ed è tuttora attivamente coinvolto nella formazione di alte competenze e nella creazione di innovazione. Nel 2018-2019, in collaborazione con il Laboratorio di Scienze dei Polimeri del Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician" e CAT Progetti Srl, ha contribuito al progetto

“Materiali funzionali per uno sviluppo sostenibile”, realizzando separatori funzionali mediante elettrofilatura per batterie litio/zolfo [9]. Attualmente, il gruppo LEME è attivamente coinvolto nel progetto “Sviluppo di sistemi elettrochimici di accumulo dell’energia di nuova generazione a basso impatto ambientale (Low carbon footprint electrochemical energy storage systems) e dei relativi convertitori elettronici di potenza per la ricarica e l’utilizzo dell’energia accumulata”, che risponde alle strategie delineate dall’Emilia Romagna (S3 Smart Specialization Strategy Emilia-Romagna), in coerenza con i Clust-ER Energia e Sviluppo Sostenibile e Meccatronica e Motoristica, valorizzando le value chain “Low carbon economy”, “Sostenibilità Ambientale e Servizi Ecosistemici (SASE)”, e “MoVES - Motori e Veicoli Sicuri, Efficienti, Sostenibili”.

LEME e il CNR

Sostenibilità dei processi produttivi e dei materiali sono gli obiettivi del progetto bilaterale CNRST (Marocco) - CNR-ISOF (Bologna) “Sviluppo di supercondensatori ecocompatibili a base di nuovi elettroliti e di separatori ed elettrodi a base di leganti polimerici naturali e materiali attivi sostenibili” che vede il gruppo LEME coinvolto come partner di progetto [10].

Il LEME e i Progetti Internazionali

Il LEME è coinvolto attualmente in quattro grandi progetti internazionali: due progetti Europei, un Progetto bilaterale Italia Sud Africa (ISARP) e un progetto NATO.

Il Progetto europeo [MAGNIFY](#) (From nano to Macro: a Groundbreaking actuation technology For robotic sYstems H2020 - FET Open - 2018 - 2022) è molto ambizioso e mira a sviluppare una nuova generazione di muscoli artificiali per sistemi robotici. I Partner del Progetto sono l’Università di Groeningen (Coordinatore), il CNRS di Strasburgo, il CNR di Bologna e l’Università di Bologna, che vede coinvolti il Laboratorio di Elettrofilatura del Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale per Applicazioni Avanzate in Ingegneria Meccanica e Tecnologia dei Materiali (CIRI-MAM) oltre al LEME e al Laboratorio di Scienze dei Polimeri del Dipartimento di Chimica “Giacomo Ciamician”.

Il Progetto europeo [CUBER](#) (Copper-Based Flow Battery for Energy storage Renewables Integration 2020-2024) intende ottimizzare una batteria a flusso redox interamente in rame caratterizzata da semplicità, modularità, sicurezza ambientale e costi contenuti. Lo scopo del progetto è l’integrazione della batteria con il fotovoltaico in sistemi residenziali. I partner del progetto, oltre alle Università di Bologna, di Aarhus (Coordinatore), di Aalto, di Cagliari e di Cork, vedono coinvolti i centri di ricerca Fraunhofer, Nvision Systems and Technologies SL, VisBlue APS, Endef Engineering SL, SOLARTYS e ITRB Ltd.

Il Progetto [ISARP](#) (2018-2020) (Italian-South Africa Research Project, Progetto di grande rilevanza) è un progetto bilaterale tra l’Università di Bologna e l’Università di Pretoria



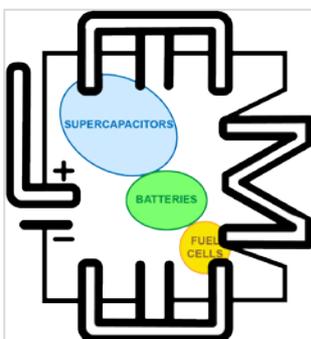
“Integration of High Power Energy Storage Systems for Sustainable Water Treatment and Renewable Energy Sources Management” che mira al miglioramento e alla sostenibilità del trattamento delle acque [11]. L’obiettivo è quello di disegnare supercondensatori tramite strategie green per integrarli in celle a combustibile microbiche che simultaneamente trattano le acque reflue producendo energia elettrica al fine di aumentare le prestazioni in potenza di queste ultime.

Appena approvato, il progetto NATO vede coinvolti l’Università di Bologna (LEME, il Laboratorio di Scienze dei

Polimeri del Dipartimento di Chimica “Giacomo Ciamician” e ARCES - Advanced Research Center on Electronic System, University of Bologna), Ss. Cyril and Methodius University (Macedonia del Nord) e Kyiv National University of Technologies and Design (Ucraina). Il progetto THOR mira a sviluppare piezo-supercapacitori indossabili utilizzando materiali nanocompositi prodotti tramite elettrospray/elettrospinning. Tali sistemi permetteranno di alimentare piccoli dispositivi come sensori, rendendoli quindi “energeticamente autonomi”.

Da quasi 10 anni, LEME ha una proficua collaborazione con l’Ecole Polytechnique de Montréal supportata dai Ministeri Italiano e Quebecchese e dall’accordo quadro siglato dall’Università di Bologna e il Politecnico Canadese. L’attività di ricerca ha un carattere fortemente interdisciplinare e punta allo studio delle proprietà elettroniche dei materiali elettrodi di batterie e supercondensatori tramite electrolyte gated transistors. Il carattere fortemente innovativo dei risultati prodotti da questa collaborazione è stato riconosciuto dall’assegnazione del prestigioso premio Canada-Italy Innovation Award 2015 assegnato dall’Ambasciata Italo-Canadese.

Un altro progetto recente, tutto accademico e ormai concluso, è stato il MIUR-DAAD Joint Mobility Program, il programma bilaterale di sostegno alla mobilità dei ricercatori finanziato dal MIUR e dal Deutscher Akademischer Austausch Dienste, il servizio tedesco per lo scambio accademico. Il progetto presentato DAAD dal LEME e dal Technologiezentrum Energie (TZE) dell’Università di Landshut era volto allo studio delle proprietà di interfase di materiali elettrodi per dispositivi per l’energetica come batterie e supercondensatori ed ha permesso lo scambio tra i due laboratori sia di personale in formazione che di personale strutturato. La collaborazione del LEME con l’Università di Landshut e il TZE è tuttora attiva [12].



Il LEME e le industrie

Il LEME ha stipulato in questi anni diversi contratti di collaborazione (nell’ambito anche di accordi di Ateneo) con le industrie del territorio per lo sviluppo di materiali, per la caratterizzazione di dispositivi, per lo sviluppo di strumentazione e per la formazione specialistica di personale.

[CAT Progetti](#) dal 1988 è stata abilitata a sviluppare progetti come laboratorio privato di ricerca autorizzato dal Ministero della Ricerca e Sviluppo italiano e ha iniziato a lavorare con le università

per la ricerca e lo sviluppo di prodotti e/o processi per macchine utensili, automazione e trasferimento tecnologico. Nel 2009 ha istituito, in sponsorizzazione con C.N.A. (Confederazione nazionale di piccole imprese e artigiani) INNOVANET, una rete che conta circa 90 piccole e medie imprese (PMI) la cui missione è la ricerca e sviluppo e la produzione di prodotti innovativi. Tra gli altri, all’interno di Innovanet sono stati creati cluster di ricerca tra le PMI e diverse Università, inclusa quella di Bologna. In particolare, la collaborazione con il LEME e con il Laboratorio di Scienze dei Polimeri del Dipartimento di Chimica “Giacomo Ciamician” ha portato ad un Progetto della Regione Emilia Romagna nell’ambito del piano triennale alte competenze per la ricerca, il trasferimento tecnologico e l’imprenditorialità.

Il [Centro Ricerche DUCATI Trento \(CRD\) Energia](#) è nato nel 2006 da una collaborazione tra l’Università di Bologna, l’Università degli Studi di Trento e la Provincia autonoma di Trento. Punta allo sviluppo di soluzioni innovative nell’ambito della riduzione delle emissioni e dei

sistemi di trazione alternativa e alla prototipizzazione e ingegnerizzazione dei nuovi prodotti del Gruppo Ducati Energia. Nel 2018-2019 la collaborazione con il LEME ha avuto come oggetto l'approfondimento sui materiali e processi produttivi di supercondensatori.

[MARPOSS SpA](#) è un'azienda leader nel settore della strumentazione di precisione. Multinazionale bolognese, Marposs è leader mondiale nella fornitura di strumenti di precisione per la misura e il controllo in ambiente di produzione. Fondata a Bologna nel 1952 dall'ingegner Mario Possati, oggi offre ai suoi clienti in tutto il mondo misuratori e sistemi di compensazione per macchine utensili; stazioni di misura e controllo, sensori, sonde e sistemi di controllo non distruttivo e controllo di tenuta. Tra i diversi settori - tra cui aerospaziale, medicale, elettronica - che impiegano tecnologie Marposs, ovviamente, anche l'automotive e la sfida legata all'elettromobilità. Oltre ad un accordo di collaborazione con UNIBO che coinvolge anche altri Laboratori di ricerca dell'Ateneo, MARPOSS e LEME stanno collaborando per la messa a punto di una strumentazione sviluppata dall'azienda recentemente per lo studio di celle elettrochimiche sulla base di misure dilatometriche.

[SOLVAY Specialty Polymers Italy SpA](#) - Solvay è presente in Italia dal 1912 e oggi opera con sette siti produttivi, oltre al Centro Direzionale e di Ricerca di Bollate (Milano), specializzato nello sviluppo di tecnologie e materiali innovativi per settori hi-tech: elettronica, energie alternative, telecomunicazione, aeronautica, automobile, medicale, farmaceutica e depurazione acque. In particolare Solvay è leader nello sviluppo e commercializzazione di materiali polimerici utilizzati come leganti nella produzione di elettrodi per batterie al litio. È coinvolta in una collaborazione specifica con il LEME per studiare l'utilizzo di nuovi materiali e processi innovativi in batterie al litio di nuova generazione. L'obiettivo è eliminare il solvente tradizionalmente utilizzato nel processo di produzione dei componenti della batteria ma tossico per l'uomo e l'ambiente, sostituendolo con una tecnologia acquosa, in modo da ridurre l'impatto ambientale, i costi di produzione e migliorare le prestazioni e la durata delle batterie.

Un'altra modalità di interfacciamento con le industrie e con i laboratori di altri Dipartimenti dell'Università di Bologna è attraverso i [Centri Interdipartimentali per la Ricerca Industriale](#) (CIRI). Il LEME aderisce al CIRI FRAME (Fonti Rinnovabili, Ambiente, Mare ed Energia), e CIRI MAM (Meccanica Avanzata e Materiali) ed è attualmente coinvolto nel progetto LIMBO - Lithium Metal Battery BOlogna competence center, nell'ambito del Consorzio Pubblico-Privato [BI-REX](#) (Big Data Innovation & Research EXcellence, MISE).

Ultima, ma sicuramente non meno importante, è la collaborazione esistente con aziende che richiedono una formazione specialistica sui sistemi di accumulo elettrochimico per i loro dipendenti, come nel caso di CEM SpA (Quistello), azienda soggetta alla direzione e al coordinamento di Kärcher GmbH, e di Lamborghini e ManPower (Maranello).

Infatti, l'esigenza di avere personale addestrato e competente nell'ambito dell'accumulo elettrochimico è sempre più sentita e con la creazione di una catena del valore delle batterie a livello europeo [13] sarà necessaria una forza lavoro qualificata nelle tecnologie delle batterie nei prossimi 5-10 anni. All'interno di [Batteries Europe](#), la task force sull'educazione e le competenze sulle batterie, sta attualmente preparando un documento di posizione con l'obiettivo di identificare le conoscenze e le competenze necessarie alle industrie in un prossimo futuro (e oltre).

In questa panoramica sull'attività del LEME sono stati evidenziati particolarmente i contatti con il mondo industriale, estremamente importanti per mantenere il livello della ricerca in stretto contatto con la realtà. Sono state citate solo alcune delle aziende con cui il LEME è in contatto, principalmente quelle con le quali è stato formalizzato un accordo. Il nostro impegno è quello di allungare questo elenco, estendendo la nostra rete di contatti, e di adoperarci per rendere le vecchie e le nuove collaborazioni sempre più fruttuose.

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va alla Prof.ssa Mastragostino per averci avviato sulla strada dell'elettrochimica e dell'energetica con tanto entusiasmo, ai nostri collaboratori (assegnisti, dottorandi e laureandi), senza i quali questa meravigliosa attività di ricerca non sarebbe possibile, e a tutti i partner dei progetti, industriali e non, per il loro supporto e la loro collaborazione.

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Trifirò, *La Chimica e L'Industria* 2020, **4**(2), 14.
- [2] M. Mastragostino, C. Arbizzani, F. Soavi, *La Chimica e L'Industria* 2020, **4**(2), 9.
- [3] G.B. Appetecchi, F. Croce, M. Mastragostino *et al.*, *J. Electrochem. Soc.*, 1998, **145**, 4126.
- [4] C. Arbizzani, M. Lazzari, F. Soavi *et al.*, ECS Transaction, B. MacDougall *et al.* (Eds.), The Electrochemical Society, (Pennington, NJ, USA), 2010, **25**, 25.
- [5] A. La Monaca, F. De Giorgio, F. Soavi *et al.*, *ChemElectroChem*, 2018, **5**, 1272.
- [6] P.P. Prosinì, M. Moreno, G.B. Appetecchi, *La Chimica e L'Industria* 2020, **4**(2), 16.
- [7] F. Poli, L.K. Ghadikolaei, F. Soavi, *Applied Energy*, 2019, **248**, 383.
- [8] L. Malavolta, A. Terella, F. De Giorgio *et al.*, *Batteries*, 2020, **6**, 28.
- [9] A. Terella, F. De Giorgio, M. Rahmanipour *et al.*, *J. Power Sources*, 2020, **449**, 227556.
- [10] F. Poli, D. Momodu, G.E. Spina *et al.*, *Electrochim. Acta*, 2020, **338**, 135872.
- [11] F. Soavi, C. Santoro, *Current Opinion in Electrochemistry*, 2020, **22**, 1.
- [12] C. Toigo, C. Arbizzani, K.-H. Pettinger *et al.*, *Molecules*, 2020, **25**, 2443.
- [13] S. Bodoardo, J. Amici, C. Francia, *La Chimica e L'Industria*, 2020, **4**(2), 36.