



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
Piano Nazionale
di Ripresa e Resilienza

Relazione assegno di ricerca Bruni Pantaleone

Titolo del progetto:

"Materiali 2D con eterostrutture di Van der Waals per nuovi concetti di accumulo di energia"

Periodo 01 maggio 2025 – 30 aprile 2026

Pagina 2	Relazione Attività Svolte
Pagina 2	Attività Di Ricerca
Pagina 16	Attività Didattica e di Supporto
Pagina 16	Pubblicazioni
Pagina 17	Disseminazione, Collaborazioni e Terza Missione

Relazione Attività Svolte

Nel corso dell'annualità di assegno di ricerca, l'attività è stata svolta nell'ambito del progetto "Materiali 2D con eterostrutture di Van der Waals per nuovi concetti di accumulo di energia", con l'obiettivo generale di contribuire allo sviluppo di materiali innovativi per dispositivi elettrochimici avanzati destinati all'accumulo di energia. Il lavoro si è concentrato su due linee principali e complementari. La prima ha riguardato lo sviluppo e la caratterizzazione di elettroliti polimerici e gel polimerici a base di polietilene ossido, con particolare attenzione alla loro applicabilità in sistemi al litio. La seconda ha riguardato la sintesi, la caratterizzazione e la validazione elettrochimica preliminare di materiali elettrodi bidimensionali a base di grafene e ossido di molibdeno, pensati come eterostrutture funzionali per applicazioni in supercapacitori e sistemi ibridi di accumulo. Il supporto complementare fornito dal tutor scientifico, Prof.ssa Stefania Ferrari, e dal Dipartimento di Farmacia dell'Università G. d'Annunzio, è stato determinante per il successo del progetto.

Attività di Ricerca

L'attività iniziale ha previsto uno studio preliminare degli elettroliti liquidi convenzionali e dei relativi additivi, partendo da sistemi comunemente impiegati in ambito litio. Parallelamente, è stata condotta una revisione della letteratura scientifica allo scopo di individuare sistemi elettrolitici più adatti all'integrazione con materiali elettrodi nanostrutturati e più coerenti con gli obiettivi di sostenibilità del progetto. A partire da questa analisi, l'attività è stata progressivamente orientata verso lo sviluppo di elettroliti polimerici solidi e gel polimerici a base di polietilene ossido, che è stato scelto per la sua compatibilità con sali di litio, per la maggiore sicurezza rispetto ai sistemi liquidi convenzionali e per la possibilità di essere processato mediante tecniche versatili come l'elettrofilatura.

Una parte significativa del lavoro è stata quindi dedicata alla preparazione di membrane elettrofilate a base di polietilenossido (PEO). L'elettrofilatura è stata selezionata perché consente di ottenere matrici fibrose nanostrutturate, caratterizzate da elevata area superficiale, porosità interconnessa e una rete tridimensionale capace di favorire l'assorbimento dell'elettrolita e il

trasporto ionico. Rispetto a film polimerici ottenuti mediante tecniche convenzionali di casting, le membrane elettrofilate permettono una migliore impregnazione con solventi elettrolitici, una maggiore interazione con gli elettrodi e una potenziale riduzione della cristallinità del PEO, con conseguente incremento della frazione amorfa responsabile della mobilità degli ioni litio.

Sono stati studiati PEO a diverso peso molecolare, pari a 1.000.000 e 4.000.000 g/mol, al fine di valutare l'influenza della lunghezza di catena sulla morfologia, sulla stabilità meccanica e sul comportamento elettrochimico delle membrane. Sono stati inoltre introdotti litio bis(trifluorometansolfonil)immide (LiTFSI) come sale di litio e nanoparticelle di diossido di silicio (SiO_2) come filler inorganico, con l'obiettivo di modulare la cristallinità del polimero, migliorare la dissociazione del sale e aumentare la stabilità meccanica della matrice. La formulazione dei campioni ha richiesto un lavoro sistematico di ottimizzazione dei rapporti tra PEO, sale e filler, valutando in particolare concentrazioni di silice pari al 5 e al 10% in peso rispetto al polimero. Le condizioni di elettrofilatura sono state adattate in funzione del peso molecolare del PEO e del solvente impiegato. In particolare, dopo averne ottimizzato le quantità di utilizzo per la giusta concentrazione e viscosità relativa, per PEO 1M al 3,5% w/v in N,N-dimetilformammide (DMF) sono state individuate le condizioni operative basate su distanza ago-collettore di circa 19 cm, tensione compresa tra 10 e 15 kV e flusso di 0,9 mL/h, mentre per PEO 4M al 2% w/v in DMF sono state utilizzate distanze maggiori, pari a circa 23 cm, tensioni tra 8 e 10 kV e flusso di 0,8 mL/h.

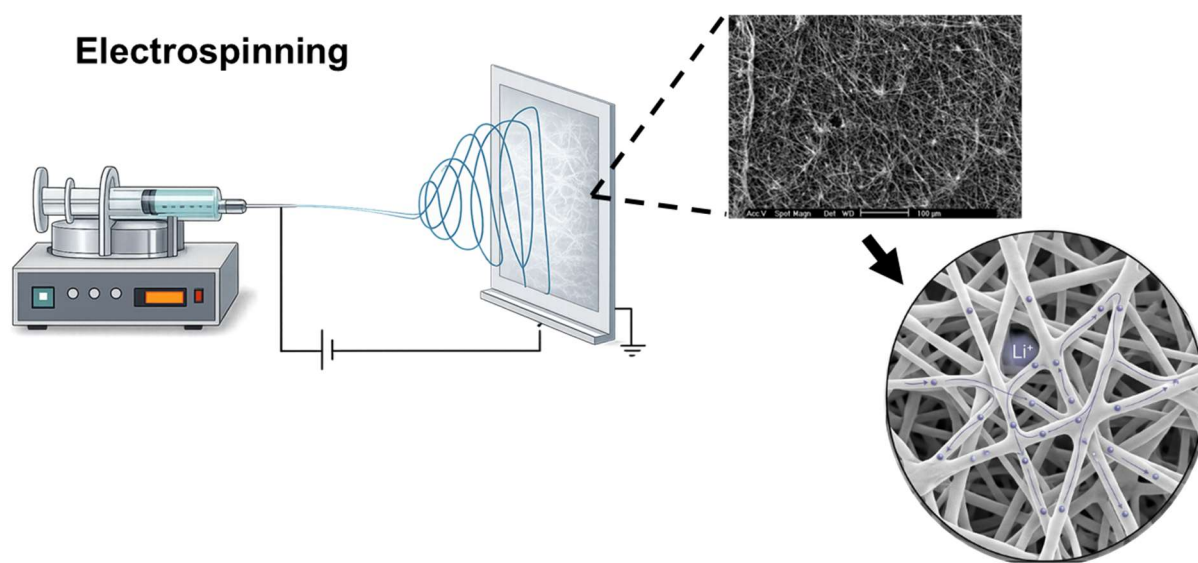
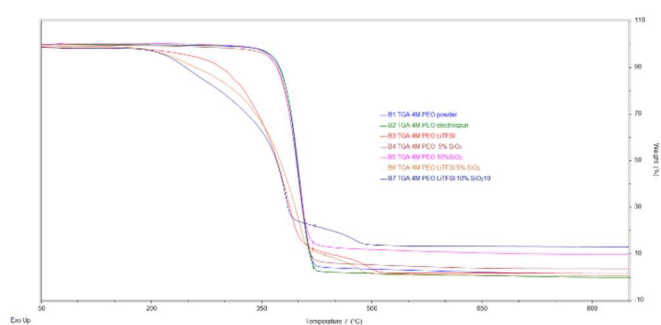
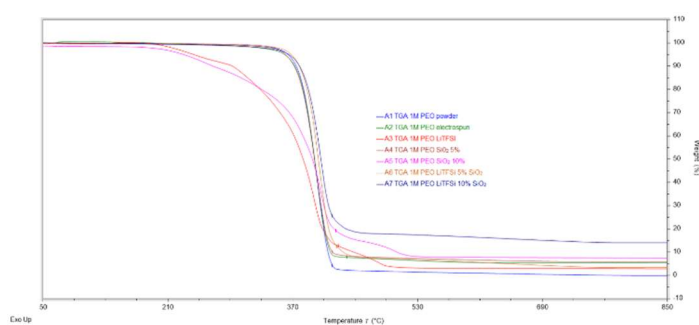


Figura1: Sistema di elettrofilatura

La caratterizzazione chimico-fisica delle membrane è stata condotta mediante analisi termogravimetrica (TGA), calorimetria differenziale a scansione (DSC), spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier in riflettanza totale attenuata (ATR-FTIR) e microscopia elettronica a scansione (SEM). Le analisi TGA hanno evidenziato che le membrane a base di PEO 1M presentano una decomposizione principale compresa indicativamente tra 350 e 430 °C, con un massimo intorno a 402 °C. Il profilo termico generale è risultato simile tra le diverse formulazioni, anche se la presenza contemporanea di LiTFSI e SiO₂ sembra favorire una perdita di massa leggermente più rapida, suggerendo una possibile modifica dell'interfaccia locale polimero-filler. Le membrane rigonfiate con miscela carbonato di etilene (EC) e carbonato di dimetile (DMC) hanno mostrato un evento secondario a bassa temperatura attribuibile alla componente solvente, seguito dalla stessa degradazione principale del polimero, indicando che l'incorporazione del solvente non altera in modo sostanziale il meccanismo di decomposizione della matrice.

Le analisi DSC hanno permesso di valutare il comportamento di fusione delle membrane e l'effetto degli additivi sulla cristallinità del PEO. Entrambe le serie di campioni hanno mostrato una transizione endotermica riconducibile alla fusione dei domini cristallini del PEO. Le membrane a base di PEO 4M hanno evidenziato picchi più netti e definiti, coerenti con un maggiore ordine cristallino e una migliore coesione della rete polimerica. L'aggiunta di LiTFSI ha determinato una moderata riduzione della temperatura di fusione, compatibile con una parziale riduzione della cristallinità dovuta all'interazione tra gli ioni litio e i gruppi eterei del PEO. L'aggiunta di SiO₂ ha prodotto variazioni più contenute e dipendenti dalla composizione. Nei campioni rigonfiati con EC:DMC, i termogrammi sono risultati complessivamente riproducibili, suggerendo la formazione di gel omogenei e privi di evidenti fenomeni di separazione di fase.



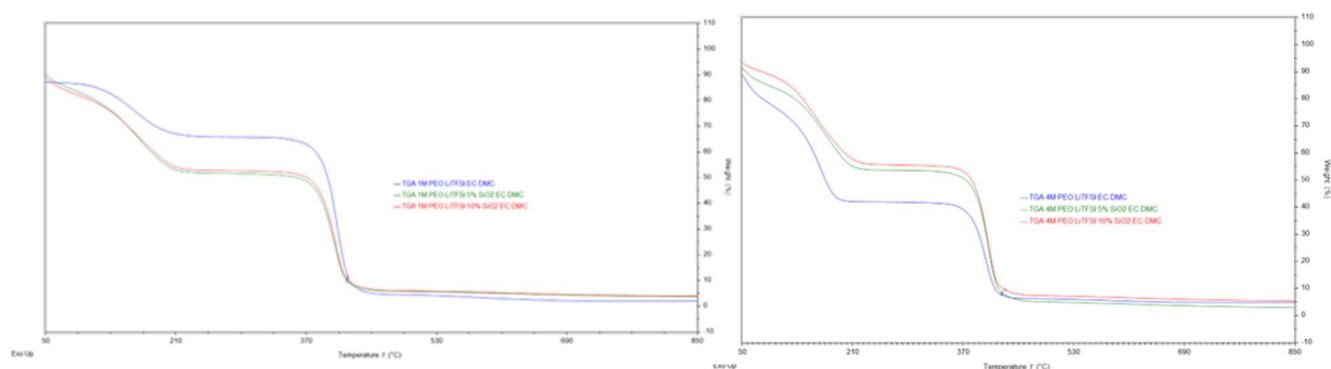


Figura2: Profili TGA delle membrane a base di PEO 1M e 4M contenenti LiTFSI e SiO₂, riportati rispettivamente in alto a sinistra e in alto a destra, e delle corrispondenti membrane PEO 1M e 4M addizionate con EC:DMC, riportate rispettivamente in basso a sinistra e in basso a destra.

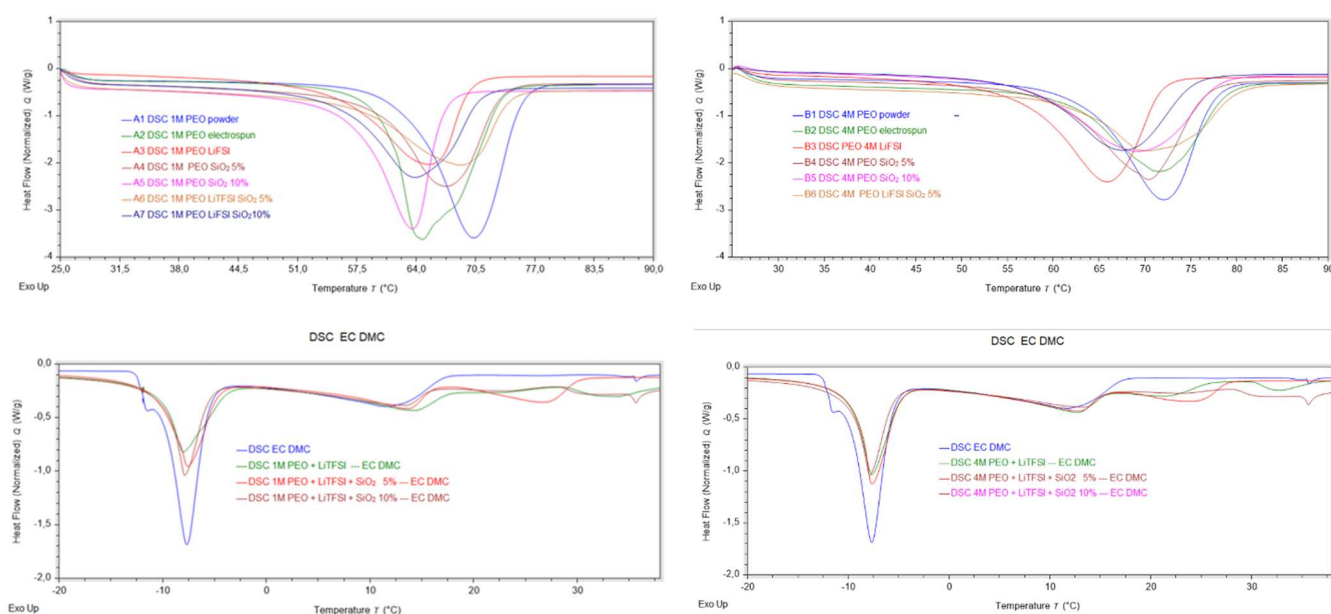


Figura3: Profili DSC delle membrane a base di PEO 1M e 4M contenenti LiTFSI e SiO₂, riportati rispettivamente in alto a sinistra e in alto a destra, e delle corrispondenti membrane PEO 1M e 4M addizionate con EC:DMC, riportate rispettivamente in basso a sinistra e in basso a destra.

Le analisi ATR-FTIR hanno confermato la conservazione dell'identità chimica dei componenti dopo il processo di elettrofilatura. Gli spettri delle membrane pristinie hanno mostrato le bande caratteristiche del PEO, in particolare le vibrazioni associate ai gruppi eterei e ai modi di deformazione dei gruppi CH₂. Nei campioni contenenti LiTFSI sono state osservate le bande attribuibili ai gruppi SO₂ e CF₃ dell'anione TFSI, mentre nei campioni contenenti SiO₂ è stato rilevato il contributo della banda Si-O-Si. Dopo rigonfiamento con EC:DMC, sono comparse le

bande carboniliche e C–O/C–O–C dei solventi carbonatici, leggermente allargate e spostate, indicando interazioni fisiche deboli tra solventi, PEO e sale. L'assenza di nuovi segnali riconducibili a degradazione chimica ha confermato la buona stabilità delle membrane nelle condizioni studiate.

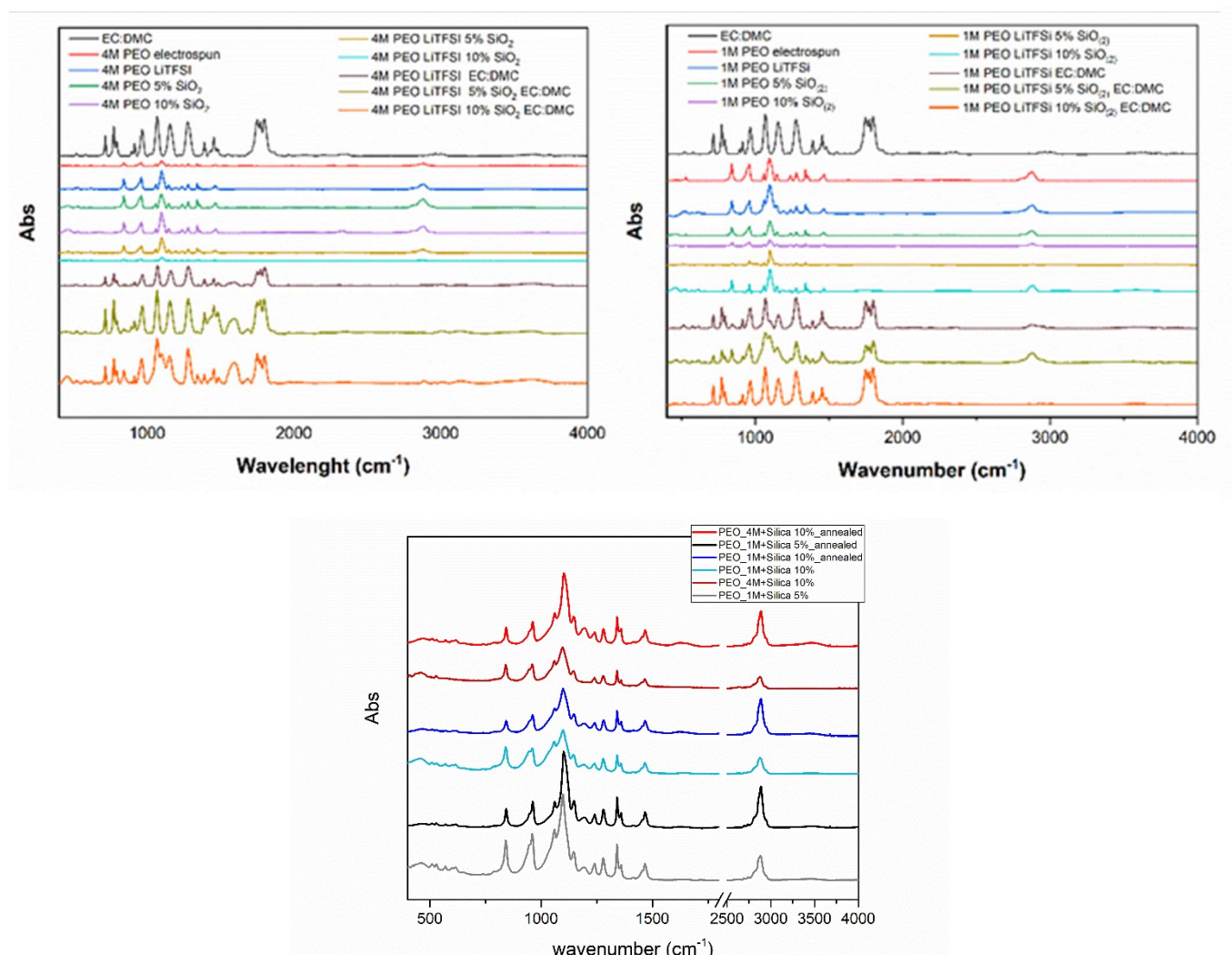


Figura4: Spettri ATR-FTIR delle membrane a base di PEO con diverso peso molecolare, rispettivamente 1.000.000 e 4.000.000 g/mol.

La microscopia elettronica a scansione ha consentito di osservare la morfologia delle membrane e l'effetto del peso molecolare, del sale e del filler sulla struttura fibrosa. I campioni di PEO puro hanno mostrato una morfologia fibrosa omogenea, mentre l'aggiunta di LiTFSI e SiO₂ ha modificato la tessitura superficiale e la compattezza delle fibre. Nei campioni contenenti silice è stata osservata una maggiore rugosità superficiale e una migliore definizione strutturale,

compatibile con la dispersione del filler all'interno della matrice. Le membrane a base di PEO 4M hanno mostrato fibre più spesse e compatte, coerenti con una migliore stabilità meccanica. L'aumento della concentrazione di silice ha portato a strutture più dense e interconnesse, potenzialmente favorevoli sia alla stabilità della membrana sia al trasporto ionico.

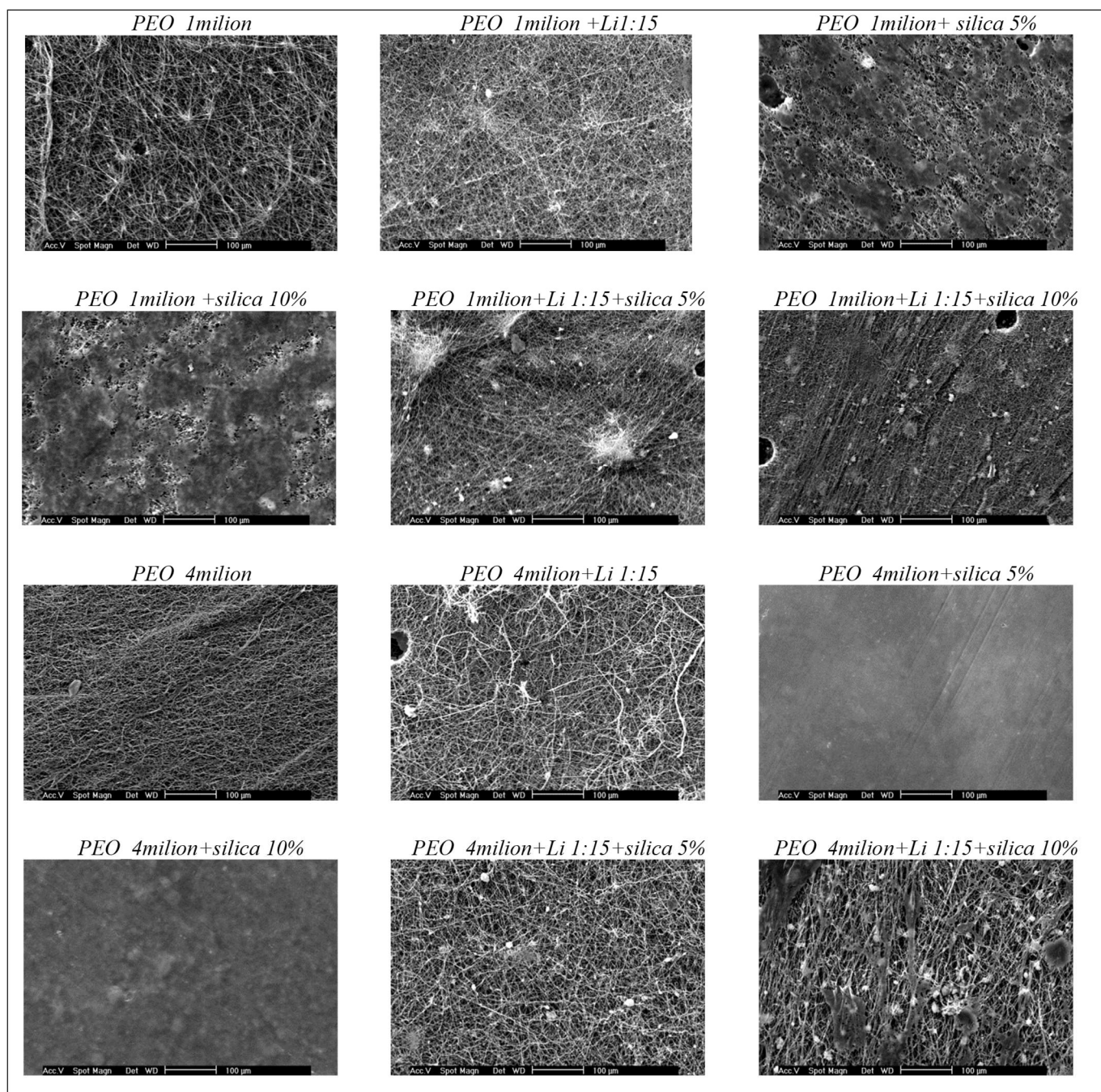


Figura 5: Morfologia delle membrane elettrofilate a base di polietilene ossido (PEO) con diverso peso molecolare, rispettivamente 1.000.000 e 4.000.000 g/mol, e formulate con diversi additivi.

Una parte dell'attività è stata inoltre dedicata alla caratterizzazione delle proprietà di trasporto mediante risonanza magnetica nucleare (NMR) in collaborazione con l'Università della Calabria. Le misure NMR sui nuclei ^7Li e ^{19}F hanno consentito di valutare i coefficienti di autodiffusione e i tempi di rilassamento spin-reticolo, permettendo di distinguere i contributi relativi alla mobilità ionica su lunga distanza e alla dinamica locale. I risultati hanno mostrato che la presenza di nanoparticelle di silice influenza in modo significativo sia la diffusione degli ioni litio sia la mobilità dell'anione TFSI. A 60 °C, le membrane a base di PEO 4M hanno evidenziato valori di diffusività superiori rispetto a quelle a base di PEO 1M. Inoltre, una concentrazione di silice pari al 10% in peso è risultata particolarmente favorevole per la mobilità del litio, con un coefficiente di diffusione pari a $7,92 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$, superiore rispetto al valore di $5,94 \times 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$ osservato per la membrana priva di filler. Al contrario, un ulteriore incremento del contenuto di silice fino al 20% ha prodotto un effetto penalizzante sulla mobilità ionica, probabilmente a causa dell'aumento della tortuosità e della minore continuità dei percorsi di conduzione.

La caratterizzazione elettrochimica delle membrane è stata condotta mediante spettroscopia di impedenza elettrochimica e prove in celle simmetriche e celle complete. Le misure di conducibilità ionica sono state effettuate in un intervallo di temperatura compreso tra 30 e 60 °C, utilizzando celle dedicate e protocolli riproducibili. I risultati hanno mostrato un aumento della conducibilità con la temperatura, particolarmente evidente in prossimità della transizione termica del PEO, dove la maggiore mobilità segmentale della catena polimerica favorisce il trasporto ionico. Per estendere la funzionalità dei sistemi a temperature più basse, alcune membrane sono state impregnate con una miscela EC:DMC 1:1 v/v, ottenendo sistemi gel polimerici in grado di combinare la stabilità meccanica della matrice solida con una migliore conducibilità ionica dovuta al contributo della fase liquida.

La stabilità interfacciale è stata valutata in celle simmetriche Li/PEO/Li a 60 °C, monitorando nel tempo la resistenza di interfaccia. I campioni contenenti silice hanno mostrato inizialmente valori di resistenza più elevati, probabilmente riconducibili a una maggiore rigidità della membrana o a un contatto inizialmente meno favorevole con il litio metallico. Tuttavia, dopo alcune ore, la resistenza interfacciale ha mostrato una progressiva diminuzione, fino a raggiungere valori stabili e comparabili dopo 48 ore. Questo risultato indica una buona evoluzione dell'interfaccia litio-elettrolita e conferma il potenziale delle membrane sviluppate per applicazioni in celle a stato solido o gelificate.

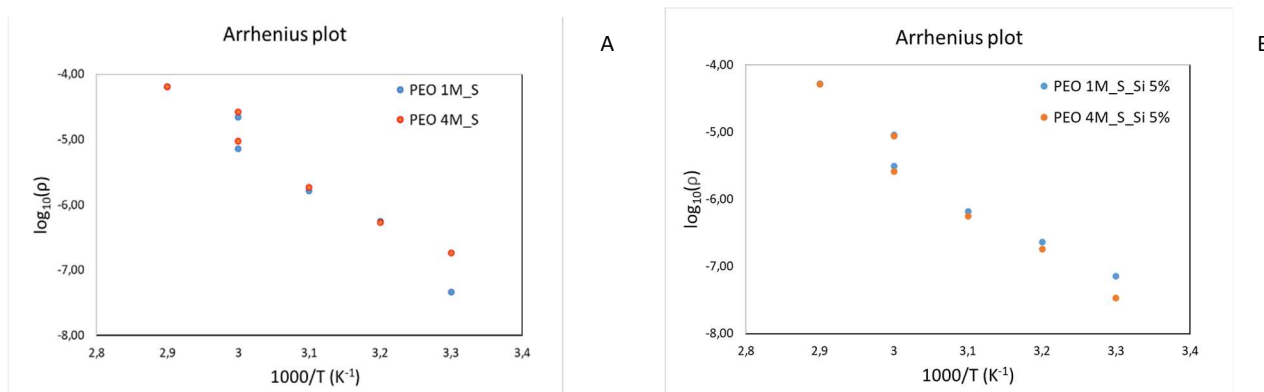


Figura 6: Conducibilità ionica misurata nell'intervallo 30–70 °C. A: membrane a base di PEO 1M e PEO 4M contenenti LiTFSI. B: membrane a base di PEO 1M e PEO 4M contenenti LiTFSI e SiO₂ al 5% in peso.

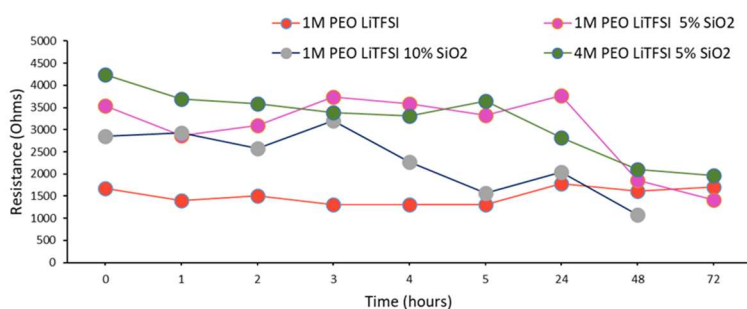


Figura 7: Andamento della resistenza interfaciale nel tempo per elettroliti a base di PEO-LiTFSI-SiO₂, misurati a temperatura costante di 60 °C in celle simmetriche Li/PEO/Li.

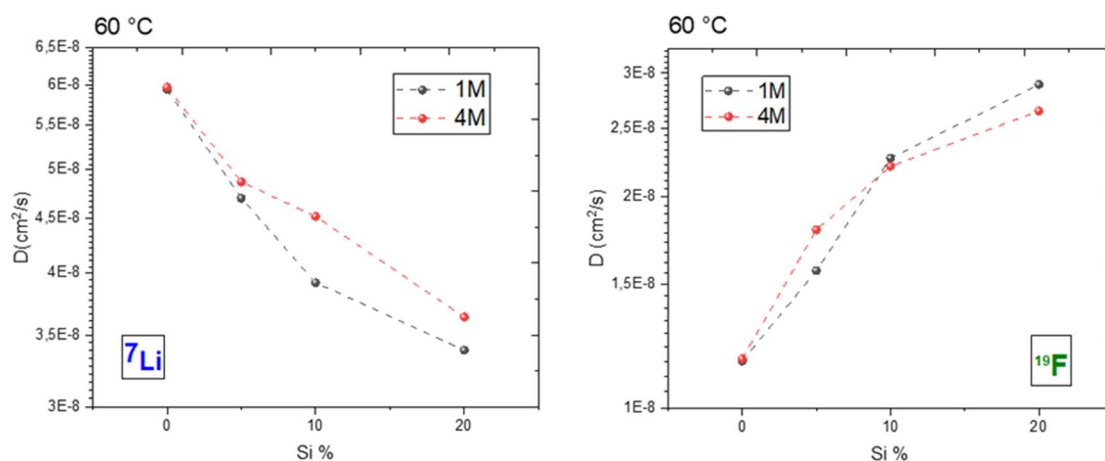


Figura 8: Coefficienti di autodiffusione degli ioni litio e dell'anione TFSI misurati mediante spettroscopia PFG-NMR alla temperatura di 60 °C.

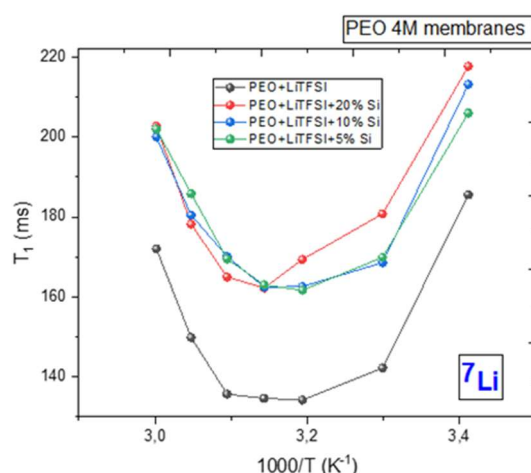


Figura 9: Grafico di Arrhenius dei tempi di rilassamento spin-reticolo (T_1) dei nuclei di ^7Li nelle membrane a base di PEO 4M.

Per validare la funzionalità delle membrane in configurazioni più vicine a dispositivi reali, sono state assemblate celle complete con catodo standard a base di litio ferro fosfato (LiFePO_4). La scelta del LiFePO_4 è stata motivata dalla sua stabilità chimica, dal profilo di tensione ben definito e dalla maggiore riproducibilità rispetto ad altri materiali catodici preliminarmente considerati. Le celle hanno mostrato valori di tensione a circuito aperto prossimi a 3,3–3,4 V, coerenti con un corretto assemblaggio e con l'assenza di cortocircuiti. I test galvanostatici di carica e scarica, condotti in un intervallo di tensione compreso tra 4,0 e 2,5 V, hanno confermato la capacità delle membrane di funzionare come separatori elettrolitici. In particolare, i sistemi a base di PEO 4M contenenti LiTFSI hanno mostrato un comportamento più robusto e riproducibile rispetto ai corrispondenti sistemi a base di PEO 1M. Questo risultato è attribuibile alla maggiore entanglement della catena polimerica ad alto peso molecolare, che consente di mantenere una migliore integrità meccanica e una conduzione ionica più stabile durante il ciclo elettrochimico.

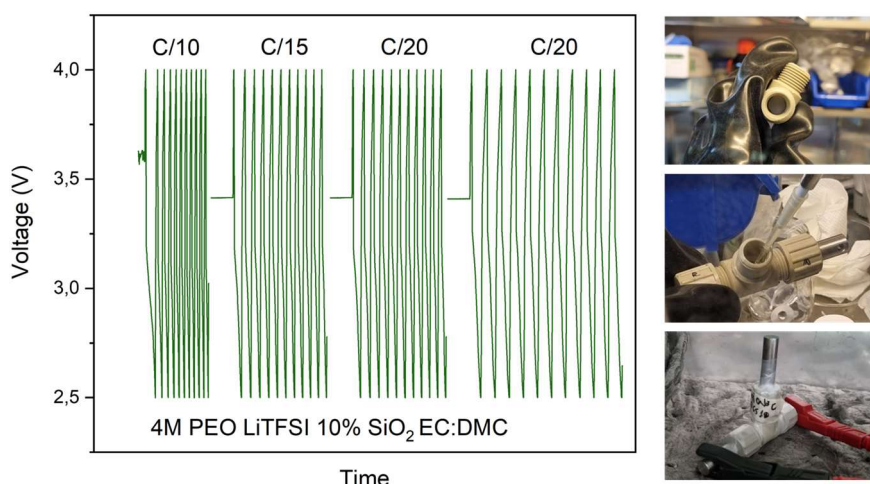
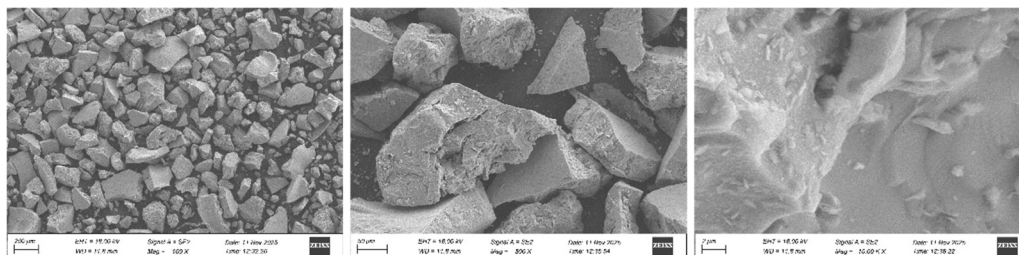


Figura 10: Andamento della tensione in funzione del tempo per una cella Li/PEO 4M/LFP, ciclata a diverse densità di corrente per 50 cicli.

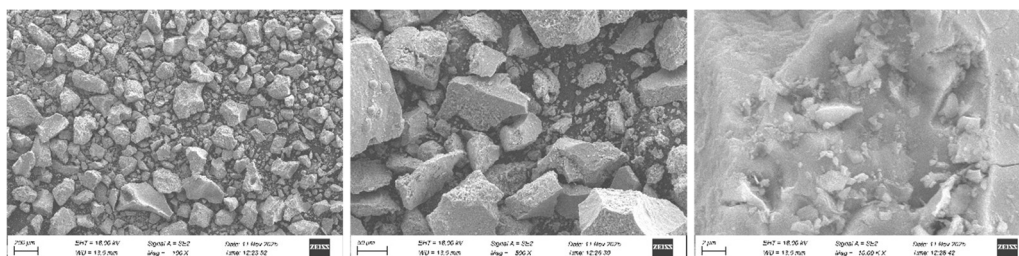
In parallelo allo sviluppo degli elettroliti, l'attività ha riguardato la sintesi e la caratterizzazione di materiali elettrodici bidimensionali a base di grafene e MoO₃. Questa linea di ricerca è stata sviluppata in coerenza con il tema centrale del progetto, legato alle eterostrutture di Van der Waals e alla possibilità di combinare materiali 2D conduttivi con ossidi metallici pseudocapacitivi. Il grafene, grazie alla sua elevata conducibilità elettrica e alla sua stabilità strutturale, rappresenta una matrice ideale per supportare specie attive come l'ossido di molibdeno, che può contribuire alla capacità di accumulo attraverso processi faradici superficiali e pseudocapacitivi. La sintesi dei materiali carboniosi è stata impostata secondo un approccio sostenibile, basato sulla valorizzazione di precursori organici e residui vegetali locali. Sono stati selezionati diversi scarti di origine vegetale, sottoposti a trattamenti termici e chimico-fisici controllati per ottenere matrici carboniose grafeniche o simil-grafeniche. A partire dalla matrice più promettente, sono stati preparati compositi grafene/MoO₃ mediante strategie di sintesi comprendenti approcci solvotermali, idrotermali, di co-precipitazione ed evaporazione controllata. Pur mantenendo riservati i dettagli formulativi potenzialmente brevettabili, l'obiettivo comune di queste strategie è stato quello di favorire un'interazione intima tra matrice carboniosa e ossido metallico, controllando la nucleazione, la distribuzione e l'adesione del MoO₃ sulla superficie del grafene. Sono state ottenute diverse formulazioni, indicate come A1, A2, A2-2, A2-S e F3. Questi campioni hanno mostrato differenze rilevanti in termini di cristallinità, morfologia e adesione dell'ossido alla matrice carboniosa, consentendo di costruire una libreria di materiali utile per la successiva selezione elettrochimica. Le immagini SEM hanno evidenziato morfologie eterogenee, con

distribuzione variabile delle particelle di ossido sulla superficie carboniosa. L'analisi ottica ha mostrato in alcuni casi colorazioni blu-violette, compatibili con la presenza di specie di molibdeno ossidato o sub-stechiometrico, associabili a stati di valenza misti $\text{Mo}^{5+}/\text{Mo}^{6+}$.

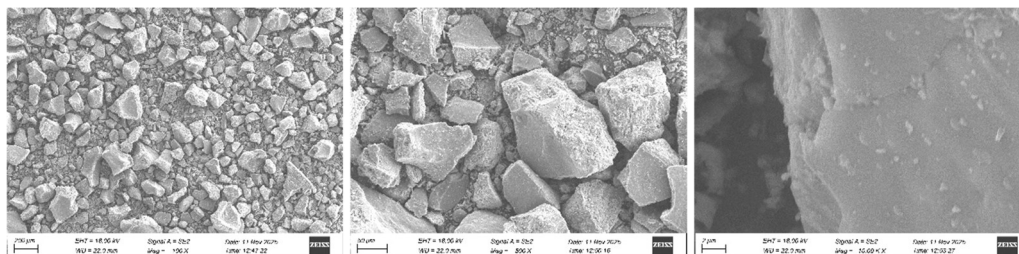
A1:



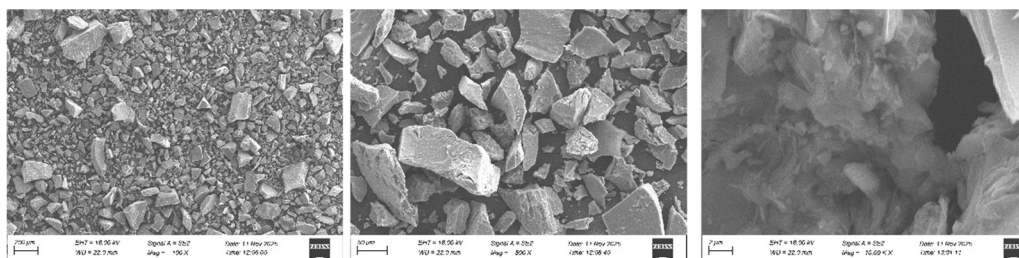
A2



A2-2:



A2-S:



F3:

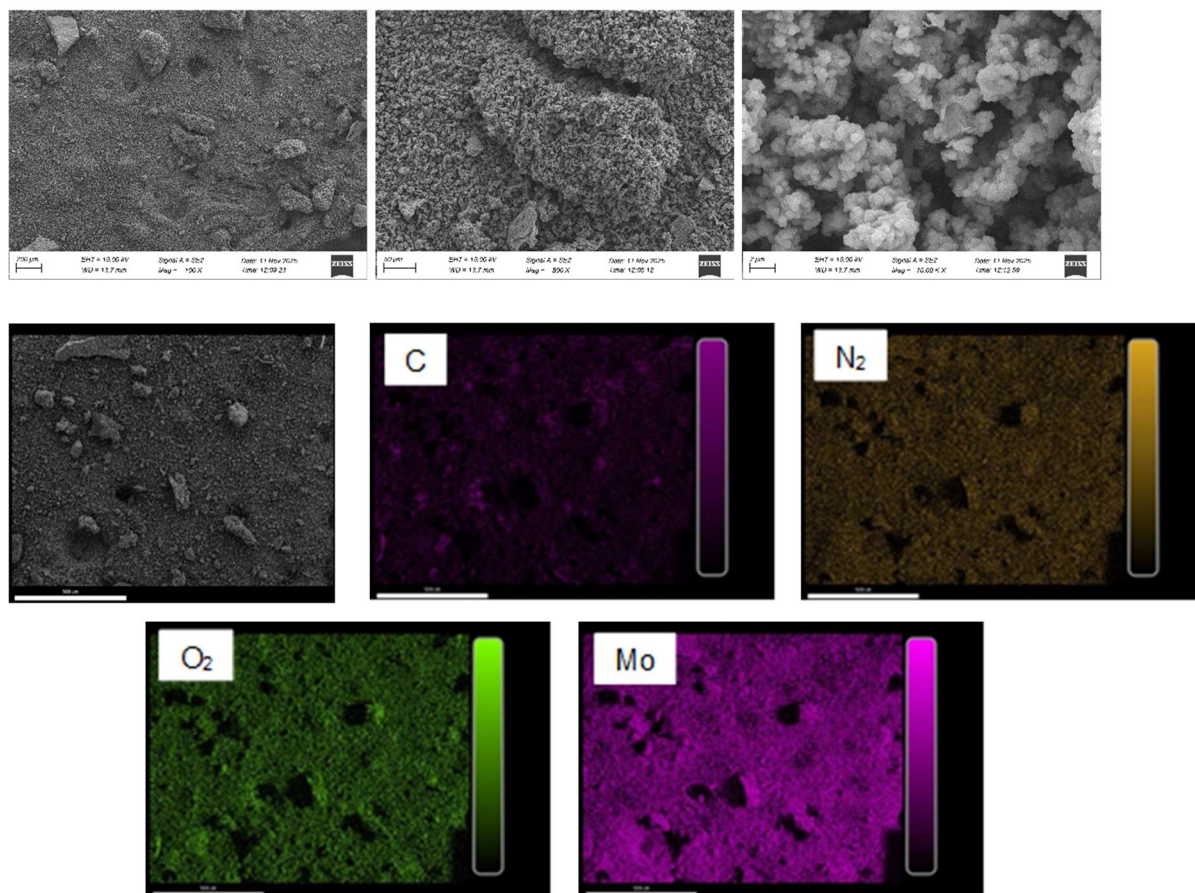


Figura 11: Immagini SEM dei campioni trattati e analisi EDS del campione F3

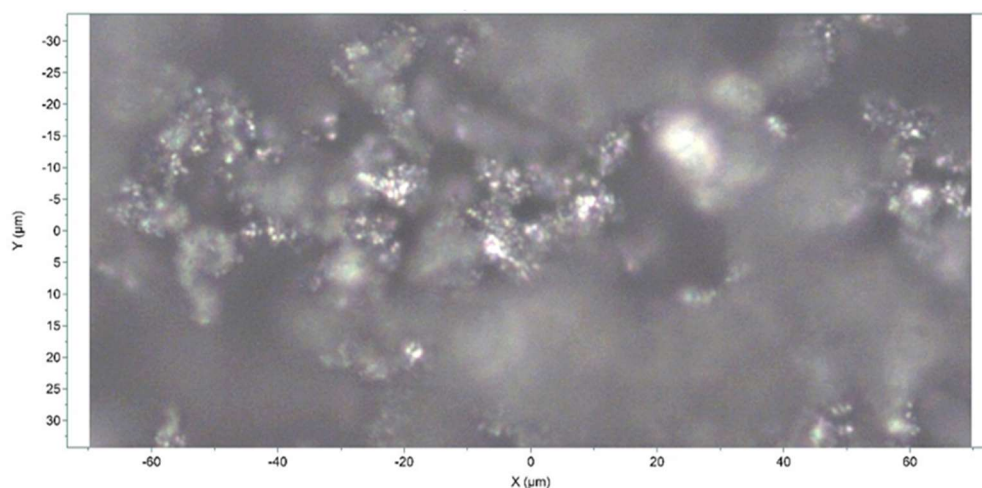


Figura 12: Micrografia ottica di un campione grafene + MoO_3 .

Le analisi Raman del campione F3 hanno confermato la presenza di MoO_3 attraverso bande caratteristiche intorno a 1000 cm^{-1} e $814\text{--}840 \text{ cm}^{-1}$, attribuibili rispettivamente alle vibrazioni dei legami terminali Mo=O e dei ponti Mo-O-Mo dell' $\alpha\text{-MoO}_3$. Gli stessi spettri hanno mostrato

anche le bande D e G della componente carboniosa, indicando la compresenza della matrice grafenica e della fase ossidica.

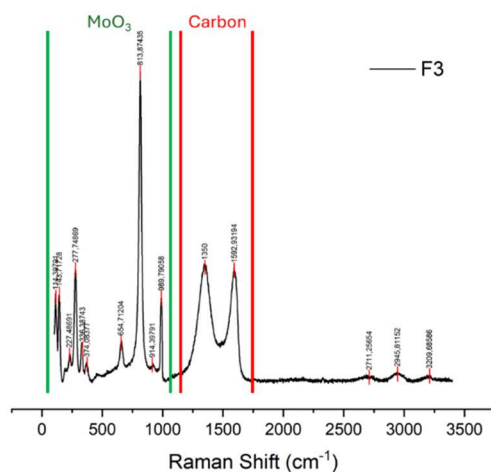


Figura 13: Spettro Raman del campione F3

La validazione elettrochimica dei compositi grafene/MoO₃ è stata condotta mediante test preliminari in configurazioni da supercapacitore e in celle a litio. Dopo una prima fase di valutazione, il protocollo sperimentale è stato ottimizzato mediante l'impiego di celle Swagelok simmetriche con elettrolita acquoso KOH 6 M, ritenute più adatte rispetto alle coin-cell per garantire controllo meccanico, stabilità degli elettrodi e riproducibilità della misura. Gli elettrodi sono stati preparati mediante deposizione controllata su collettori metallici, utilizzando una slurry composta da 80% in peso di materiale attivo F3, 10% di carbon black C65 e 10% di PVDF come legante. La miscela è stata depositata su collettore di rame mediante doctor-blade e successivamente sottoposta a evaporazione controllata del solvente. È stata esplorata anche una formulazione alternativa con CMC su nickel foam, ma la minore adesione del materiale attivo ha portato a privilegiare gli elettrodi supportati su rame.

Sono state impiegate sia configurazioni a tre elettrodi, per definire la finestra di potenziale e studiare il comportamento redox preliminare, sia configurazioni simmetriche a due elettrodi, più rappresentative di un dispositivo supercapacitivo. Le voltammetrie cicliche sono state condotte a velocità di scansione comprese tra 2 e 200 mV/s e hanno mostrato, per il campione F3, profili stabili e regolari anche ad alte velocità di scansione. La presenza di un contributo pseudocapacitivo è stata attribuita all'ossido di molibdeno incorporato nella matrice carboniosa. I test galvanostatici di carica e scarica, condotti a diverse correnti specifiche, hanno permesso di valutare capacità specifica, caduta ohmica e efficienza coulombica. Il campione F3 ha mostrato il

comportamento più promettente tra le formulazioni studiate. Nei test di stabilità a lungo termine, condotti fino a 9.999 cicli consecutivi, il composito ha mantenuto una ritenzione di capacità superiore all'80% e un'efficienza coulombica prossima al 100%. Questi risultati indicano una buona stabilità ciclica e confermano la validità della strategia di sintesi adottata. Il confronto tra le diverse formulazioni ha evidenziato che F3 rappresenta il miglior compromesso tra stabilità, risposta capacitiva e adesione dell'ossido alla matrice conduttiva. È stato inoltre osservato che il campione A2, pur mostrando prestazioni meno favorevoli nella configurazione simmetrica da supercapacitore, presenta un comportamento interessante in semicelle al litio, suggerendo una possibile futura applicazione come materiale anodico o come componente di sistemi ibridi.

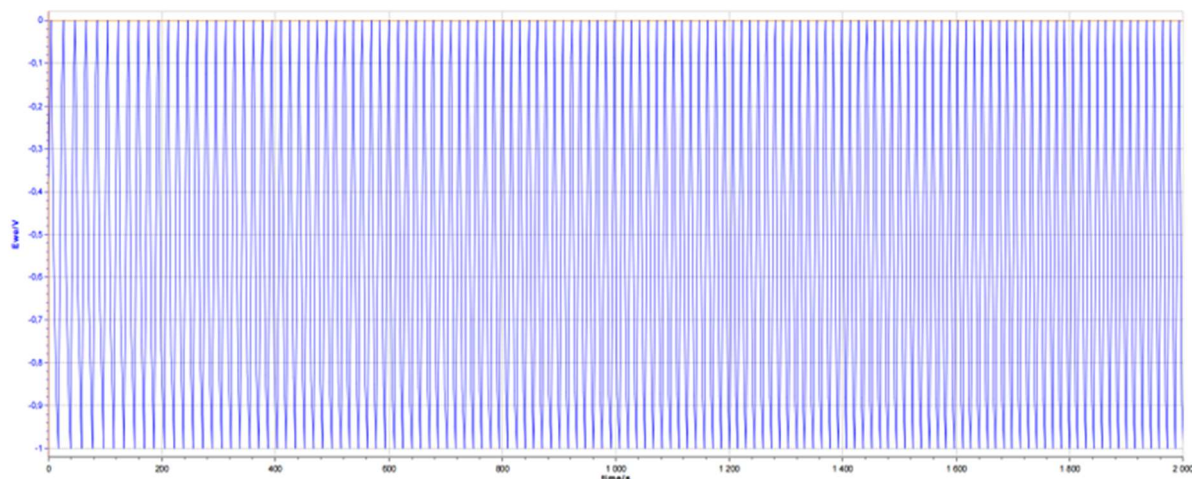


Figura 14: Profilo di tensione in elettrolita basico per una configurazione simmetrica a due elettrodi, con ingrandimento relativo a 2000 cicli sui 9999 cicli complessivi.

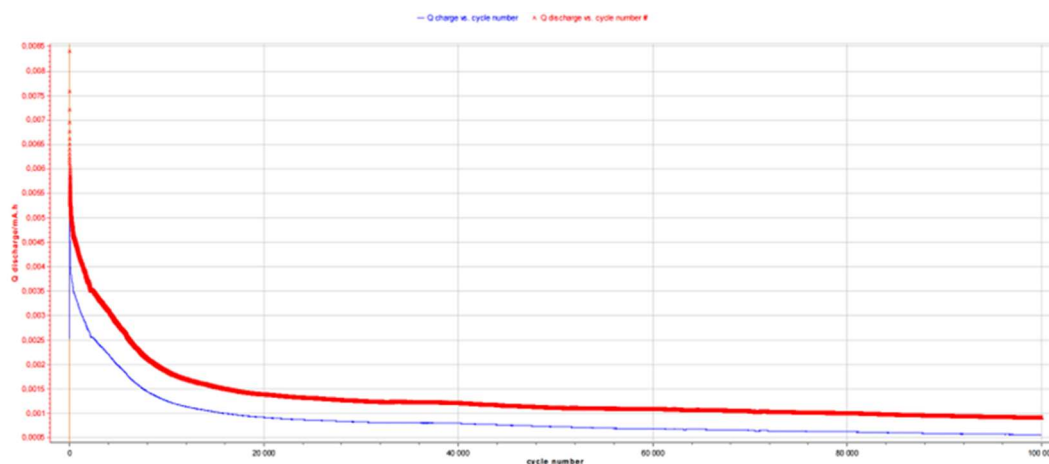


Figura 15: Capacità di carica e scarica di una cella in elettrolita basico, assemblata con elettrodi F3 e sottoposta a ciclaggio fino a 100.000 cicli.

Nel complesso, l'attività svolta durante l'annualità ha permesso di ottenere risultati significativi su entrambi i fronti del progetto. Da un lato, sono state sviluppate membrane elettrofilate a base di PEO, LiTFSI e SiO₂ con proprietà morfologiche, termiche e di trasporto promettenti per applicazioni come elettroliti solidi o gel polimerici. Dall'altro, sono stati sintetizzati e caratterizzati compositi grafene/MoO₃ ottenuti attraverso strategie sostenibili, con particolare evidenza per il campione F3, che ha mostrato un comportamento elettrochimico stabile e promettente in configurazione da supercapacitore. I risultati ottenuti confermano la rilevanza dell'approccio basato sull'integrazione tra materiali 2D conduttivi, ossidi metallici pseudocapacitivi e matrici elettrolitiche polimeriche avanzate.

Attività Didattica e di Supporto

Ho partecipato a commissioni di esame per gli esami di CHIMICA FISICA e IMAGING E CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA DI BIOMATERIALI del corso di laurea di Chimica e tecnologia farmaceutiche e CHIMICA FISICA AMBIENTALE nel corso di laurea di Tecnologie eco-sostenibili e tossicologia ambientale, a commissioni di lauree in FARMACIA e CHIMICA e TECNOLOGIA FARMACEUTICHE, a meeting di progetto, fornito tutoraggio per tesi di laurea e svolto attività di orientamento per studenti.

Pubblicazioni

Ho contribuito a pubblicazioni scientifiche rilevanti che includono articoli su riviste peer-reviewed, come da elenco:

- Bruni, P.; Da Fermo, V.; Wolicki, R.; Ciulla, M.; Di Profio, P.; Sbrascini, L.; Nobili, F.; Carlucci, G.; Ferrone, V.; Genovese, S.; Ferrari, S. Efficient Valorization of Waste Surgical Masks for the Production of Activated Carbon-like Sorbent and Its Application in Solid-Phase

Extraction and UHPLC-PDA Analysis of Phthalates in Water. *Molecules* **2026**, 31(5), 877.
<https://doi.org/10.3390/molecules31050877>

- Ciulla, M.; Rashad, M.; Spano, M.; Mannina, L.; Garzoli, S.; Zengin, G.; Di Giacomo, S.; Bruni, P.; Di Profio, P.; Fontana, A.; Ferrari, S.; Cataldi, A.; Carradori, S.; Zara, S. Characterization of Mucins, Glycosaminoglycans, and Bioactive Compounds in *Helix aspersa*'s Slime by Spectroscopic and Biochemical Analysis. *Journal of Molecular Structure* **2026**, 1349, 143838. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.143838>

Ho inoltre ricoperto il ruolo di *Guest Editor Assistant* per lo *Special Issue* dal titolo "*Extraction Techniques for Sample Preparation*"

(https://www.mdpi.com/journal/molecules/special_issues/MC7WR5RWT3) della rivista *Molecules* (ISSN 1420-3049) svolto attività di revisore scientifico per riviste appartenenti al gruppo MDPI, tra cui *Nanomaterials*, *Molecules*, *Journal of Composites Science, C*, *Materials* e *Gels*.

Disseminazione, Collaborazioni e Terza Missione

Le attività di disseminazione e comunicazione hanno coinvolto una pluralità di contesti.

- Presentazione di un poster e partecipazione con stand alla notte dei ricercatori 2025.
- Presentazione di un poster durante la fiera internazionale sulla transizione ecologica ECOMONDO 2025.
- Partecipazione come membro del comitato organizzativo, moderatore di una sessione divulgativa e presentazione del poster scientifico intitolato "SCALECAP: Scaling-up the Production of Graphene-Metal Oxides Nanocomposites for Supercapacitors" all'evento del GEI 2025 – Giornate dell'Elettrochimica Italiana.
- Presentazione al congresso organizzato dal "Gruppo Interdivisionale di Chimica per l'Accumulo e la Conversione Elettrochimica dell'Energia" (ACee) della "Società Chimica Italiana" (SCI) in collaborazione con GISEL, a Padova dal 21 al 23 luglio dal titolo SELF-SUPPORTED GeFe₂O₄@C FIBROUS NANOCOMPOSITES AS ANODE MATERIALS FOR SODIUM-ION BATTERIES

- Presentazione al congresso Vispec2026 del GeFe2O4@C nanocomposites anodes for sodium-ion batteries – PAVIA, FEBRUARY 4-6TH 2026
- Presentazione al congresso NEW SELF-SUPPORTED ANODE MATERIALS FOR SODIUM-ION BATTERIES, nanoinnovation Roma 2025
- Partecipazione all'evento di inaugurazione del FORSU dicembre 2025 Lanciano
- Partecipazione mediante invio di poster e materiali grafici Meeting SAMOTHRACE (luglio 2025, Sicilia)

In ultimo sono state svolte attività divulgative alla giornata del FAI 2025 e durante eventi specifici nei 75 Comuni del Consorzio ECO.LAN. Una sezione è stata specificamente dedicata ai materiali derivanti da scarto e agli sviluppi tecnologici connessi alla transizione ecologica, l'altra ha previsto la distribuzione di materiali informativi e l'organizzazione di incontri mirati con amministratori e cittadini, generando un impatto diretto sulla comunità.

Data 29/05/2025

Firma

