

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

	Docente proponente	Titolo proposta di attività (it)	Curriculum (it)
1	Paolo Aprea	Funzionalizzazione di supporti microporosi con molecole bioattive di natura vegetale	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
2	Enrico Armentani - Michele Perrella	Modellazione del comportamento a danneggiamento, fatica e frattura di materiali per applicazioni in ambienti non convenzionali	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture Tecnologie e sistemi di produzione
3	Antonio Aronne - Aurelio Bifulco - Claudio Imparato	Progettazione e sviluppo di nuovi materiali nanocompositi a matrice polimerica, funzionalizzati mediante tecnologie sol-gel, con migliorate proprietà di ritardo alla fiamma	Ingegneria chimica Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
4	Antonello Astarita	Sviluppo di Digital Twin per la riduzione degli impatti dei processi industriali in ambiente Industria 5.0.	Tecnologie e sistemi di produzione
5	Antonello Astarita (Fater)	Sostenibilità e digitalizzazione di linee di produzione	Tecnologie e sistemi di produzione
6	Sergio Caserta	Ruolo dei biofilm batterici nella formazione di microplastiche	Ingegneria chimica Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
7	Sergio Caserta (Fater)	Interazione pelle-prodotto negli assorbenti per l'incontinenza	Ingegneria chimica
8	Sergio Caserta	Biomeccanica di sferoidi tumorali	Ingegneria chimica
9	Prof. Aniello Costantini, Dr. Tonia Mariarosaria Di Palma	Materiali innovativi per batterie metallo-aria ecosostenibili	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture Ingegneria chimica Tecnologie e sistemi di produzione Ingegneria chimica

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

	(CNR-STEMS)		Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
10	Salvatore Costanzo	Ruolo delle ramificazioni molecolari sulla processabilità e le prestazioni di materiali poliolefinici in ottica di economia circolare	Ingegneria chimica
11	Gaetano D'Avino	Elettroidrodinamica di fluidi biologici complessi per la detection di biomarcatori	Ingegneria chimica
12	Bruno de Gennaro, Giuseppina Luciani	Biocompositi a base di zeoliti naturali per la rimozione catalitica di contaminanti emergenti.	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
13	Almerinda Di Benedetto	Ottimizzazione del rischio e della sicurezza delle batterie a base di Litio	Ingegneria chimica Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
14	Ernesto di Maio	Schiume polimeriche avanzate per applicazioni strutturali: proprietà controllate da instabilità meccaniche	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
15	Ernesto di Maio	Studio di schiume per la produzione di manufatti con mappe di densità ottimizzate nel 3D	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture Ingegneria chimica
16	Alessandro Erto, Amedeo Lancia	Cattura di CO ₂ da motori marini mediante adsorbimento su solidi strutturati a nido d'ape	Ingegneria chimica
17	Alessandro Erto, Amedeo Lancia	Produzione di gas naturale sintetico (SNG) in reattori avanzati per la conversione di CO ₂ con idrogeno rinnovabile	Ingegneria chimica

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

18	Luca Esposito	Progettazione e Sviluppo di Dispositivi Avanzati per importanti esperimenti di Fisica e Astrofisica	Tecnologie e sistemi di produzione
19	Giovanni Filippone	Sviluppo di coating polimerici nanostrutturati a basso impatto ambientale per applicazioni aerospaziali	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
20	Mose' Gallo, Giuseppe Converso	Sviluppo di modelli operativi che implementino i concetti di sostenibilità e circolarità nell'ambito delle supply chain del settore tessile, e che sfruttino le recenti tecnologie in materia di recupero dei materiali e che supportino il governo dei processi produttivi, dalla configurazione fino alla pianificazione di breve termine, anche tramite le soluzioni tecnologiche messe a disposizione dal paradigma "Industry 4.0".	Tecnologie e sistemi di produzione
21	Andrea Grassi	Ottimizzazione del coordinamento nella Supply Chain attraverso la riduzione dell'asimmetria informativa, utilizzando modelli avanzati e simulazioni software	Tecnologie e sistemi di produzione
22	Antonio Langella (SCpA)	Tecnologie additive metalliche per il settore aerospaziale	Tecnologie e sistemi di produzione
23	Valentina Lopresto (ATM)	Materiali Compositi Innovativi realizzati con resine termoplastiche per applicazioni industriali	Tecnologie e sistemi di produzione

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

24	Giuseppina Luciani, Antonella Macagnano	Progettazione di nanomateriali intelligenti da bioscarti per l'agricoltura sostenibile	Ingegneria Chimica Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
25	Pier Luca Maffettone (Fater)	Creazione di versioni virtuali di impianti industriali da utilizzare come strumento di Modelling&Simulation	Ingegneria chimica Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
26	Pier Luca Maffettone (3DnA)	Caratterizzazione del processo di stampa 3D di schiume polimeriche per lo sviluppo di materiali funzionali, ecocompatibili e ad alto valore tecnologico per i vari settori dell'industria	Ingegneria chimica Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
27	Giuseppe Mensitieri Giuseppe Milano	Modelli multiscala per lo studio del processo "Grafting-to" per la produzione di "Brush" polimeriche funzionalizzate	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
28	Tullio Monetta	Rivestimenti di leghe di metalli leggeri mediante ossidazione elettrolitica al plasma (PEO)	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
29	Tullio Monetta	Processi a ridotto impatto ambientale per il recupero dei metalli preziosi da rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)	Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri Ingegneria dei materiali e delle Strutture
30	Teresa Murino	Sviluppo di modelli e soluzioni innovative per l'applicazione e l'ottimizzazione di problemi di packaging in ottica di Lean Manufacturing combinata a processi di "Industria 4.0"	Tecnologie e sistemi di produzione Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
31	Paolo Netti	IIT - Cell mechanoprogramming	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture Ingegneria Chimica Tecnologie e sistemi di produzione

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

			Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
32	Paolo Netti	IIT - Cancer mechanobiology	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture Ingegneria Chimica Tecnologie e sistemi di produzione Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
33	Paolo Netti, Francesco Urciuolo	Muscle on Chip	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
34	Paolo Netti, Francesco Urciuolo	Tissue fibrosis on Chip	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
35	Roberto Nigro	Sviluppo di tecniche innovative per la estrazione e concentrazione di esosomi vegetali	Ingegneria chimica
36	Roberto Nigro	Recupero biotecnologico di scarti di caffè in polvere (SCG)	Ingegneria chimica
37	Rossana Pasquino	Formulazione e design di fibre ottiche basate su idrogeli biocompatibili per l'ingegneria biomedica	Ingegneria chimica
39	Domenico Pirozzi	Sviluppo di materiali adsorbenti avanzati per la rimozione di inquinanti recalcitranti da acque reflue	Ingegneria chimica
40	Danilo Russo	Stoccaggio di idrogeno in soluzioni acquose di formiati/bicarbonati	Ingegneria chimica Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

41	Fabrizio Scala – Mariatrosaria de Joannon Ceglia (STEMS- CNR)	Cicli integrati di CO2 e azoto per la riduzione delle emissioni di gas serra e il recupero di materiali ed energia.	Ingegneria chimica
42	Fabrizio Scala	RIDUZIONE DI ILMENITE IN LETTO FLUIDIZZATO PER LA PRODUZIONE DI OSSIGENO GASSOSO IN AMBIENTE LUNARE	Ingegneria chimica
43	Maurizio Ventre	Sviluppo piattaforme funzionalizzate e modelli computazionali per studi di meccanobiologia	Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
44	Massimiliano Villone	Tecnologie opto-microfluidiche label-free per diagnosi precoci	Ingegneria chimica

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Prof. Paolo Aprea

Tematica di ricerca proposta: *Funzionalizzazione di supporti microporosi con molecole bioattive di natura vegetale*

Curriculum di riferimento:
Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

L'industria farmaceutica e cosmetica ha la necessità di sviluppare sistemi di rilascio di principi attivi efficienti e modulabili nel tempo. In particolare, le formulazioni farmaceutiche e cosmetiche per uso topico possono presentare problemi legati alla cinetica di rilascio del principio attivo, che raggiunge rapidamente un picco di concentrazione, cui segue un rapido decadimento. Materiali microporosi, tra cui le zeoliti, hanno mostrato ottime capacità di ritenzione/rilascio di alcuni principi attivi, la cui concentrazione viene modulata in maniera più stabile nel tempo, consentendo un'azione più efficiente. Ulteriore proprietà di alcune zeoliti è la capacità di regolare l'idratazione della pelle mediante adsorbimento/desorbimento di acqua, migliorando il tono dermatologico ed il comfort del paziente dopo l'applicazione del farmaco. Sulla base di questi presupposti, il presente progetto di dottorato si propone di investigare le proprietà di ritenzione e rilascio di principi attivi per uso cosmetico su supporti costituiti da zeoliti naturali e sintetiche.

In particolare, saranno selezionati alcuni estratti vegetali di nuova generazione, normalmente veicolati in creme cosmetiche a base di glicerolo, e si studierà la cinetica e termodinamica dei processi di ritenzione dei principi attivi in essi contenuti su supporti zeolitici scelti sulla base delle loro caratteristiche di idrofilia e capacità di adsorbimento.

Sulla base dei risultati di questa fase della sperimentazione saranno quindi effettuati test di rilascio in diversi sistemi (come, ad esempio, acqua e glicerolo) ed infine effettuati test ex-vivo e successivamente/eventualmente in-vivo su campioni biologici allo scopo di valutare la performance delle formulazioni ottenute.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Sulla base del regolamento dei dottorati finanziati ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024 il dottorando svolgerà la sua attività di ricerca per un periodo minimo di 6 mesi presso l'azienda Arterra Bioscience SpA (<https://arterrabio.it/>)

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il dottorando svolgerà un periodo minimo di 6 mesi presso un centro di ricerca/azienda tra quelli con i quali l'azienda co-finanziatrice della borsa di dottorato ha collaborazioni attive (<https://arterrabio.it/collaborazioni/>).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Enrico Armentani, Michele Perrella

Tematica di ricerca proposta:

Modellazione del comportamento a danneggiamento, fatica e frattura di materiali per applicazioni in ambienti non convenzionali

Curriculum di riferimento:

Tecnologia e sistemi di produzione
Ingegneria dei Materiali e Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

La realizzazione di strutture complesse quali i motori di razzi a propulsione liquida o i reattori nucleari a fusione, richiede un continuo miglioramento dei componenti, dei materiali e delle configurazioni geometriche. In tale contesto, è forte l'interesse a realizzare modelli predittivi per la valutazione della vita utile dei vari componenti della struttura. Lo studio del comportamento di elementi di macchine, operanti a elevate temperature e soggetti a forti stati tensionali, attraverso analisi FEM, necessita una fase di modellazione quanto più realistica possibile del legame costitutivo elasto-plastico del materiale. Notevoli sforzi sono stati fatti negli anni per poter simulare numericamente il comportamento elasto-plastico dei materiali e molteplici modelli numerici sono stati proposti (Ramberg-Osgood, Hill, Chaboche, etc.). In letteratura sono presenti numerosi modelli per il comportamento elasto-plastico di provini sottoposti a ben definite tipologie di carico, ma non sono reperibili validazioni numerico-sperimentali su geometrie e stati tensionali complessi. Risulta quindi di cruciale importanza la scelta del modello di incrudimento più appropriato per la specifica applicazione. Ulteriormente, l'analisi della vita a fatica multiassiale di elementi legati alla sicurezza e al funzionamento del macchinario prevede l'impiego di un modello previsionale affidabile. Negli anni, molti autori hanno proposto criteri per il calcolo della vita a fatica multiassiale oligociclica (Brown-Miller, Fatemi-Socie, etc.). Tali criteri si basano sulla valutazione di tensioni e/o deformazioni nei provini caricati ciclicamente, correlando di conseguenza tali grandezze con il numero di cicli di carico/scarico necessari a nucleare delle cricche nei provini.

La ricerca riguarda lo studio della frattura e del danneggiamento di elementi di macchine soggetti a condizioni di carico variabili nel tempo mediante analisi agli elementi finiti (FEM). Gli elementi oggetto di investigazione sono parti soggette ad altissima temperatura, in cui si generano notevoli carichi termo-meccanici (ad esempio nella camera di combustione di un motore di razzi ad alimentazione liquida oppure nei componenti di macchinari per confinamento magnetico di plasma). Da qui la necessità di valutare correttamente la vita a fatica di tali elementi, a causa dei continui cicli di carichi termostrutturali complessi del macchinario. Saranno sviluppate una serie di analisi elasto-plastiche FEM, in modo da simulare numericamente gli andamenti nel tempo di temperatura, tensioni e deformazioni e avanzamento di cricche. Sarà investigata l'interazione tra il fenomeno del creep e la fatica e valutato l'effetto delle tensioni residue sulla durabilità della struttura. Successivamente, dai risultati FEM ottenuti sarà stimata la vita a fatica dei componenti oggetto di indagine.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

I componenti del gruppo di ricerca proponente sono impegnati da lungo tempo in tematiche concernenti il comportamento dei materiali e la risposta delle strutture. Essi hanno affrontato in profondità vari aspetti, con particolare riguardo alla caratterizzazione meccanica, all'instabilità strutturale e di materiale, al danneggiamento ed alla frattura. L'impegno e la qualificazione raggiunta sono comprovati dalla partecipazione a ricerche europee ed a convenzioni e collaborazioni con l'industria. Il dottorando avrà a disposizione sia un laboratorio per sperimentazione virtuale con workstation e codici di calcolo agli elementi finiti sia un laboratorio per la indagini sperimentali di materiali e strutture.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Durante il periodo di dottorato l'allievo avrà la possibilità di trascorrere un periodo all'estero presso Università o Enti di Ricerca con le quali il gruppo di ricerca collabora su tali problematiche. Durante tale periodo l'allievo avrà la possibilità di migliorare le sue conoscenze sia delle metodologie agli elementi finiti, sia di quelle relative ai test sperimentali.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Prof. Antonio Aronne, Dott. Aurelio Bifulco, Dott. Claudio Imparato

Tematica di ricerca proposta: Progettazione e sviluppo di nuovi materiali nanocompositi a matrice polimerica, funzionalizzati mediante tecnologie sol-gel, con migliorate proprietà di ritardo alla fiamma

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

I materiali polimerici sono largamente utilizzati nella vita quotidiana. Per l'impiego di tali materiali in applicazioni ad alte prestazioni è necessario l'uso di ritardanti alla fiamma e altri additivi funzionali. La massiccia produzione di rifiuti polimerici e il loro corretto riciclo rappresenta una delle maggiori problematiche nella nostra società a causa dei suoi impatti negativi sull'ambiente e sulla salute umana. La comunità scientifica e altri enti governativi stanno fortemente promuovendo l'adozione di un'economia circolare capace di risolvere o mitigare i problemi legati alla gestione dei rifiuti polimerici, insieme con lo sviluppo di tecnologie innovative e sostenibili per l'introduzione sul mercato di nuovi materiali a basso impatto ambientale. Le resine epossidiche e altri materiali plastici ad alte prestazioni sono ampiamente utilizzati nell'industria dei trasposti grazie alle loro ottime proprietà meccaniche e di stabilità chimica e termica, sebbene il loro utilizzo sia fortemente limitato dalla loro elevata infiammabilità. Pertanto, si rende necessario progettare e sintetizzare nuovi materiali ritardanti alla fiamma che rispettino i requisiti di sostenibilità ambientale prima ricordati. Attualmente vengono largamente utilizzati i ritardanti alla fiamma a base alogeno in quanto esibiscono ottime proprietà funzionali anche se l'Unione Europea ha recentemente approvato una severa legislazione che ne limita fortemente l'utilizzo. Pertanto, la ricerca si è rivolta verso la sintesi di nuovi materiali che presentino caratteristiche di basso impatto ambientale ed elevata riciclabilità come i composti a base di fosforo, per quanto riguarda i ritardanti alla fiamma, quali polifosfati di ammonio, acido fitico, e nuovi bioderivati, e la sintesi di polimeri con legami covalenti dinamici (vitrimeri) per quanto riguarda la matrice polimerica. Tuttavia, per raggiungere gli elevati standard di comportamento al fuoco è necessario utilizzare elevate quantità di ritardanti a base fosforo rispetto a quelli a base alogeno. Quindi la ricerca è orientata all'utilizzo di altri materiali, quali ossidi inorganici o scarti di natura vegetale che grazie alle proprie proprietà acide e gruppi funzionali specifici consentono di utilizzare una più bassa quantità di ritardante a base di fosforo svolgendo un'azione barriera verso l'ossigeno e quindi abbassando sia la velocità di propagazione del calore che il rilascio dei fumi.

L'attività di ricerca dello studente che selezionerà questo tema riguarderà principalmente i seguenti punti:

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

1. Progettazione e sintesi di nuovi additivi ritardanti alla fiamma ecosostenibili a base di fosforo o di ossidi metallici per la preparazione di materiali polimerici, vitrimeri, e termoindurenti riciclabili con migliorate proprietà meccaniche, termiche e al fuoco;
2. Funzionalizzazione e trattamento di tessuti e/o di scarti di origine vegetale per lo sviluppo di nuovi nanocompositi ritardati alla fiamma;
3. Sintesi sol-gel di nanostrutture ibride per la preparazione di compositi multifunzionali con proprietà idrofobiche, di recupero forma, ottiche e di ritardo alla fiamma.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Questo progetto di ricerca sarà svolto in collaborazione tra il Laboratorio di Chimica dei Materiali del Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale dell'Università di Napoli Federico II e il Laboratorio di test al fuoco "PIROS" del Distretto Tecnologico per l'Ingegneria dei Materiali Polimerici e Compositi e Strutture (IMAST).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca...)

E' previsto un periodo di ricerca all'estero o all'esterno dell'Ateneo presso partner nazionali o internazionali del nostro gruppo di ricerca quali Politecnico di Torino, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA). Ulteriori dettagli saranno in seguito definiti.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Antonello Astarita

Tematica di ricerca proposta:

Sviluppo di Digital Twin per la riduzione degli impatti dei processi industriali in ambiente Industria 5.0.

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

La produzione additiva (AM) rappresenta una componente fondamentale nella produzione intelligente, offrendo molti vantaggi rispetto alle tecniche di produzione convenzionali. Tuttavia, il settore è alle prese con problemi di instabilità produttiva e ripetibilità incoerente, che rendono difficile soddisfare gli standard di qualità desiderati. L'ottimizzazione delle variabili spesso richiede esperimenti costosi, data la diversità e la complessità dei parametri di processo nella produzione additiva.

Per mitigare queste sfide, il concetto tecnico del Digital Twin (DT) rappresenta un'opportunità per la simulazione in tempo reale degli attributi fisici sia per i prodotti fabbricati che per i macchinari utilizzati nella produzione additiva, facilitando così il controllo del feedback in tempo reale per minimizzare i difetti ed ottenere prestazioni ottimali delle parti prodotte.

Lo sviluppo di metodologie di fabbricazione sostenibili e digitalizzate è di vitale importanza per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, in questa direzione la realizzazione di DT che consentano un miglioramento continuo dei processi rappresenta un passo fondamentale. Il progetto di ricerca partirà dallo studio delle tecnologie di Additive Manufacturing e di asportazione di truciolo per poi andare a definire: le grandezze da monitorare e di conseguenza la sensoristica da implementare; le metodologie di simulazione più utilizzate ed i relativi software; le tipologie di digital twin più adatte; gli algoritmi di intelligenza artificiale più utili. Dopo questa fase ci si occuperà di sviluppare una metodologia per lo sviluppo di digital twin di processi di stampa 3D di componenti in materiale metallico, si includeranno anche le fasi di asportazione di truciolo che sono quasi sempre richieste per la fabbricazione di componenti ad elevate prestazioni. I digital twin messi a punto verranno poi validati sia in ambiente virtuale che sperimentalmente, si lavorerà infatti in collaborazione con aziende presso le quali si effettueranno le misurazioni e si testeranno le metodologie sviluppate. Il raggiungimento degli obiettivi del progetto di ricerca passa attraverso una conoscenza dettagliata sia dei processi di lavorazione che delle metodologie da applicare per la sensorizzazione dei processi e lo sviluppo di digital twin.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il dottorando avrà a disposizione i laboratori del DICMAPI e potrà utilizzare sia set di sensori dedicati che software specifici per la simulazione dei processi di lavorazione ed il calcolo degli impatti legati

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

alla produzione di componenti meccanici (software per analisi LCA, Tecnomatix Plant Simulation, etc.). Le attività verranno svolte in collaborazione con enti di ricerca ed aziende, in particolare col CIRA (Centro Italiano di Ricerca Aerospaziale) e con aziende del territorio di varia dimensione.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il dottorando potrà scegliere di svolgere il suo periodo all'estero presso l'OSU (Ohio State University) all'interno del centro di Additive Manufacturing, presso la DCU (Dublin City University) all'interno del centro di Advanced Manufacturing oppure presso altri gruppi di ricerca di rilievo internazionale che dovessero svolgere attività utili alla sua formazione.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Antonello Astarita

Tematica di ricerca proposta:

Sostenibilità e digitalizzazione di linee di produzione

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) max 500 parole

Il progetto di ricerca sulla sostenibilità degli impianti di produzione Fater ha come obiettivo quello di trovare soluzioni tecniche innovative per rendere più sostenibili le linee di produzione, sia dal punto di vista dei materiali che dal punto di vista energetico. Il progetto mira a identificare alternative alle tecnologie di incollaggio attualmente presenti nei prodotti assorbenti, al fine di ridurre l'impatto ambientale e migliorare la sostenibilità del prodotto. Contestualmente, la ricerca risiede nella riduzione del consumo energetico delle linee di produzione. Ridurre il consumo energetico non è solo una necessità economica, ma una priorità ambientale cruciale. In un'epoca in cui le risorse energetiche sono limitate e la domanda di energia è in costante aumento, ottimizzare l'efficienza energetica diventa essenziale per la sostenibilità a lungo termine delle attività industriali. Questo potrebbe comportare l'implementazione di tecnologie più efficienti o la revisione di alcuni processi per monitorare e minimizzare gli sprechi energetici. Adottare misure per ridurre il consumo energetico significa anche diminuire le emissioni di CO₂, contribuendo così alla lotta contro il cambiamento climatico. Inoltre, un utilizzo più responsabile e consapevole delle risorse energetiche può portare a una significativa riduzione dei costi operativi, liberando risorse che possono essere reinvestite in ulteriori innovazioni sostenibili. La transizione verso un sistema di produzione energeticamente efficiente rappresenta quindi non solo un vantaggio ambientale, ma anche economico e sociale, promuovendo un modello di crescita sostenibile e responsabile.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto di dottorato sarà svolto in collaborazione con l'azienda Fater SpA (<https://fatergroup.com/it>), il dottorando avrà quindi pieno accesso sia ai laboratori del DICMAPI che a quelli di Fater Group. Se necessarie si attiveranno collaborazioni con istituti di ricerca di rilievo nazionale ed internazionale.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il dottorando dovrà svolgere un periodo all'estero presso gruppi di ricerca dell'Università TU Delft al fine di apprendere le più moderne metodologie di analisi della sostenibilità dei processi.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Sergio Caserta

Tematica di ricerca proposta: Ruolo dei biofilm batterici nella formazione di microplastiche.

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Stato dell'Arte

I biofilm sono comunità complesse di microrganismi che aderiscono alle superfici, immersi in una matrice auto-prodotta di sostanze polimeriche extracellulari (EPS). La formazione di biofilm sulle superfici influenza settori come quello medico, industriale e ambientale. Nonostante la rilevanza del tema, la maggior parte degli studi si è concentrata principalmente su superfici di laboratorio (piastre di agar), e non su superfici di rilevanza industriale e sanitaria (metallo, plastiche).

Questo progetto ha come obiettivo l'indagine dei meccanismi di stress che portano all'adesione batterica e alla successiva formazione di biofilm su superfici plastiche, con particolare attenzione al ruolo della contaminazione batterica sulla formazione di microplastiche negli oceani. Una volta cresciuti i biofilm possono portare a conseguenze gravi come deterioramento, incrostazioni biologiche e la diffusione di patogeni. Ad esempio, nel campo medico, i biofilm sui dispositivi medici in plastica possono causare infezioni persistenti e un aumento della resistenza agli antibiotici, come nel caso della contaminazione dei cateteri. Tuttavia, negli ambienti marini, la formazione di biofilm svolge un ruolo chiave nella degradazione delle microplastiche.

La ricerca sulle interazioni tra biofilm e plastica ha fatto progressi, ma diversi aspetti rimangono oscuri. Le aree di interesse chiave includono le fasi di adesione iniziale dei batteri, i ruoli specifici delle varie specie microbiche nello sviluppo del biofilm e l'interazione tra biofilm e diversi tipi di polimeri. Comprendere questi fattori è cruciale per sviluppare strategie efficaci per prevenire o mitigare la formazione di biofilm sulle plastiche.

Pianificazione delle Attività

Le attività saranno suddivise in tre anni. Le attività del primo anno prevedono:

- Revisione della letteratura (Mese 1-6)
- Selezione delle plastiche e dei ceppi microbici di interesse (Mese 6-12)
- Progettazione sperimentale e sviluppo della metodologia (Mese 6-12)

Le attività del secondo anno prevedono:

- Sviluppo di protocolli sperimentali per studiare la formazione di biofilm su diverse superfici plastiche, ad esempio dispositivo di Calgary e sistemi in flusso (Mese 1-6)
- Campagna sperimentale estesa (Mese 1-12)
- Uso della microscopia Time lapse e CLSM per analizzare la struttura del biofilm (Mese 6-12)
- Analisi e interpretazione dei dati (Mese 9-12)
- Le attività del terzo anno sono proposte come segue:
- Confronto dei risultati con studi esistenti per contestualizzare i risultati e scrittura di articoli scientifici (Mese 1-8)

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

- Test dell'efficacia delle strategie selezionate per prevenire la formazione di biofilm su superfici plastiche come i cateteri (Mese 1-8)
- Disseminazione dei risultati (Mese 1-12)
- Scrittura della tesi (Mese 6-12)

Obiettivi

L'obiettivo di questo progetto è capire come gli stress di flusso, l'esposizione chimica e la temperatura influenzino l'adesione di diversi ceppi batterici su diversi tipi di superfici plastiche. Le metodologie sviluppate saranno impiegate per creare un protocollo di screening per identificare i valori specifici di stress di taglio che scatenano l'adesione batterica.

Le conoscenze acquisite durante il progetto saranno impiegate per due casi di studio pratici:

- Favorire l'adesione batterica alle microplastiche per studi ambientali.
- Reingegnerizzare le superfici dei cateteri per prevenire l'adesione batterica, contribuendo a migliorare la sicurezza dei dispositivi medici.

Il progetto mira a fornire valori di stress che influenzano l'adesione batterica alle plastiche e a sviluppare soluzioni pratiche sia per promuovere che per prevenire la formazione di biofilm.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto si svolgerà prevalentemente presso le strutture del DICMaPI dell'Università di Napoli Federico II, in particolare nei laboratori di Reottica e Ingegneria Biochimica. Potenziali collaborazioni includeranno il laboratorio di Biotecnologie Industriali all'interno dello stesso dipartimento. In queste strutture, il candidato utilizzerà una cappa a flusso laminare e tutte le attrezzature necessarie per la manipolazione microbica (sicurezza di Tipo 1). Inoltre, il candidato avrà accesso a strutture avanzate di microscopia, come la microscopia a time-lapse e Confocal laser scanning microscopy (CLSM).

Altre attrezzature importanti per il progetto includono la tecnologia al plasma freddo di ossigeno per le modifiche superficiali dei materiali e una piattaforma di wetting per l'analisi interfacciale.

Saranno considerate possibili collaborazioni con enti di ricerca esteri come l'INRAE (Istituto Nazionale di Ricerca Ambientale e Agricola Francese) e università come l'Università Aristotele di Salonicco.

Il dottorato di ricerca sarà inserito nell'ambito di un progetto PRIN PNNRR, il cui budget consentirà di supportare le attività del candidato.

Il candidato potrà accedere alle seguenti facilities:

Disponibili presso i laboratori del DICMaPI.

- 2 Workstation per video-microscopia Time Lapse in vitro automatizzate, equipaggiate con motori X,Y,Z, telecamere raffreddate ad alta sensibilità oppure ad alta velocità, e microincubatore, per effettuare osservazioni in campo chiaro, contrasto di fase, fluorescenza, confocalità.
- Laboratorio di colture cellulari, equipaggiato di cappa sterile, incubatore da banco, centrifughe.
- Celle di flusso e di chemiotassi.
- Software per analisi delle immagini
- Software per analisi dei dati

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

- Software per simulazione numerica agli elementi finiti.

Disponibili presso altri dipartimenti della Federico II, o consociati:

- Spettrometro di massa, in collaborazione con il dipartimento di Scienze Chimiche
- Facility di microscopia avanzata, equipaggiata con FRAP, FRET, Super-resolution presso il CEINGE-Biotecnologie avanzate.
- Facility per immunostochimica, presso il CEINGE Biotecnologie avanzate.
- Banca colture cellulari, presso il CEINGE Biotecnologie avanzate.
- Software e risorse di calcolo per analisi “in silico” della crescita ed invasività tumorale tramite modelli multiscala, in collaborazione con l’Houston Methodist Research Institute (USA).
- Piattaforma di GRID computing SCOPE (Unina).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Durante il secondo anno di attività, il candidato trascorrerà un periodo di 6 mesi presso l'INRAE per sviluppare un ceppo microbico in grado di riportare attraverso la fluorescenza il livello di c-di-GMP, un reporter molecolare per lo stress cellulare. Questo ceppo sarà utilizzato per correlare il livello di stress da taglio e l'adesione cellulare sulle superfici.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Sergio Caserta

Tematica di ricerca proposta:

Interazione pelle-prodotto negli assorbenti per l'incontinenza

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

In un mondo dove la qualità della vita è direttamente influenzata dal comfort e dalla sicurezza dei prodotti per l'assistenza sanitaria, è essenziale approfondire la comprensione delle interazioni tra la pelle umana e i materiali usati negli assorbenti per l'incontinenza. Questo progetto di ricerca mira a esplorare in modo sistematico le dinamiche fisico-chimiche tra la pelle e i prodotti assorbenti.

Gli obiettivi principali includono l'analisi dei meccanismi di trasferimento dell'umidità, irritazione cutanea e la permeabilità di vari materiali, con l'obiettivo di ottimizzare la composizione e la struttura dei prodotti per massimizzare il comfort e minimizzare i rischi di dermatiti e altre complicazioni cutanee. Attraverso metodologie sperimentali avanzate e modellazione matematica, il progetto si propone di identificare soluzioni innovative che influenzino positivamente la vita quotidiana degli utilizzatori, incorporando principi di sostenibilità ambientale, con possibili implicazioni sugli attuali test di laboratorio per misurare le performance dei prodotti.

Questa ricerca non solo approfondirà la scienza dei materiali applicata alla salute della pelle, ma anche stimolerà lo sviluppo di nuove tecnologie assorbenti che possano essere implementate nella produzione futura dell'azienda. La collaborazione con il mondo accademico promette di aprire nuovi orizzonti nel design e nella funzionalità dei prodotti per l'incontinenza, con un occhio sempre attento al benessere degli individui e all'ecosostenibilità.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Le attività di ricerca si svolgeranno congiuntamente nei laboratori dell'università e di ricerca e sviluppo del dipartimento Adult Care di Fater S.p.A. (Pescara), con eventuali attività da svolgere sulla linea di produzione. In particolare, i test in laboratorio riguarderanno l'assorbimento e la ritenzione dell'umidità, il fitting del prodotto e l'effetto dell'invecchiamento. Queste attività permetteranno di validare le ipotesi teoriche e di sviluppare soluzioni pratiche che migliorino le prestazioni dei prodotti assorbenti, garantendo al contempo la loro sicurezza e sostenibilità.

Il candidato potrà accedere alle seguenti facilities:

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Disponibili presso i laboratori del DICMaPI.

- 2 Workstation per video-microscopia Time Lapse in vitro automatizzate, equipaggiate con motori X,Y,Z, telecamere raffreddate ad alta sensibilità oppure ad alta velocità, e microincubatore, per effettuare osservazioni in campo chiaro, contrasto di fase, fluorescenza, confocalità.
- Laboratorio di colture cellulari, equipaggiato di cappa sterile, incubatore da banco, centrifughe.
- Celle di flusso e di chemiotassi.
- Software per analisi delle immagini
- Software per analisi dei dati
- Software per simulazione numerica agli elementi finiti.

Disponibili presso altri dipartimenti della Federico II, o consociati:

- Spettrometro di massa, in collaborazione con il dipartimento di Scienze Chimiche
- Facility di microscopia avanzata, equipaggiata con FRAP, FRET, Super-resolution presso il CEINGE-Biotecnologie avanzate.
- Facility per immunoistochimica, presso il CEINGE Biotecnologie avanzate.
- Banca colture cellulari, presso il CEINGE Biotecnologie avanzate.
- Software e risorse di calcolo per analisi “in silico” della crescita ed invasività tumorale tramite modelli multiscala, in collaborazione con l’Houston Methodist Research Institute (USA).
- Piattaforma di GRID computing SCOPE (Unina).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il progetto di ricerca verrà svolto in collaborazione con FATER. Il candidato svolgerà un periodo presso i centri di ricerca aziendali e presso gli stabilimenti di produzione per implementare le soluzioni tecnologiche sviluppate sulla scala di laboratorio direttamente sulla scala della produzione industriale.

Sarà inoltre previsto un periodo di circa di circa 3-6 mesi per svolgere attività di ricerca presso un università estera. Le attività saranno focalizzate sullo studio delle proprietà interfacciali di sistemi biologici tramite test di bagnabilità forzata. Un possibile partner accademico internazionale è l’università Aristotele di Salonicco in Grecia.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Sergio Caserta

Tematica di ricerca proposta: Biomeccanica di sferoidi tumorali

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Le metastasi rappresentano la principale causa di morte correlata al cancro, poiché le cellule tumorali si diffondono dal sito primario a organi distanti attraverso il sistema circolatorio. Questo processo di disseminazione è complesso e comporta diverse fasi, tra cui l'invasione del tessuto circostante, l'ingresso nel flusso sanguigno o linfatico, la sopravvivenza nel circolo, l'uscita dai vasi e la colonizzazione di nuovi tessuti. Lo studio delle proprietà meccaniche delle cellule durante queste fasi può fornire indicazioni fondamentali per comprendere i meccanismi di disseminazione delle cellule tumorali e migliorare le strategie terapeutiche. Infatti, le proprietà meccaniche dei campioni biologici, dalle singole cellule ai tessuti interi, sono efficaci biomarcatori che consentono di distinguere tra tessuti sani e patologici e di identificare il potenziale metastatico.

Questo progetto di ricerca mira a esaminare le proprietà meccaniche delle cellule durante la metastasi per comprendere i meccanismi di disseminazione delle cellule tumorali e migliorare le strategie terapeutiche. Il modello tridimensionale che verrà utilizzato per simulare una massa tumorale è noto in letteratura come sferoide cellulare. Gli sferoidi sono aggregati di cellule tumorali capaci di riprodurre le condizioni *in vivo* grazie alla formazione di gradienti chimici interni dovuti all'accumulo di nutrienti e cataboliti. Questi modelli tridimensionali sono considerati più rappresentativi della realtà fisiologica rispetto ai tradizionali modelli bidimensionali, in quanto meglio replicano l'ambiente tumorale naturale.

Un obiettivo principale sarà, innanzitutto, valutare la differenza delle proprietà meccaniche, in termini di modulo di Young, di sferoidi ottenuti da cellule immortalizzate tratte dal seno. In particolare, verrà confrontata la biomeccanica di sferoidi ottenuti da tre linee cellulari: non tumorali (MCF-10a), che verranno utilizzate come controllo, tumorali (MCF-7) e tumorali con un più alto potenziale metastatico (MDA-MB-231). Per valutare le proprietà meccaniche, verrà utilizzato il saggio di compressione da noi sviluppato, noto come *Rheo-optical compression assay (Patent pending)*. Questo saggio consiste nell'applicazione di un carico sugli sferoidi per correlare la deformazione morfologica osservata con lo stress, permettendo così di determinare il modulo di Young.

Successivamente, per simulare meglio le condizioni fisiologiche, il nostro obiettivo sarà valutare l'effetto della matrice extracellulare e dei fibroblasti sulle caratteristiche biomeccaniche, realizzando sferoidi con un certo rapporto di Collagene I e co-culture delle linee cellulari sopra elencate con fibroblasti NIH/3T3. La matrice extracellulare gioca un ruolo cruciale nella regolazione del comportamento cellulare, influenzando l'adesione, la migrazione e la sopravvivenza delle cellule tumorali. I fibroblasti, d'altra parte, sono noti per la loro capacità di rimodellare la matrice extracellulare e di influenzare le proprietà meccaniche del microambiente tumorale. La corretta penetrazione di collagene e fibroblasti verrà verificata mediante tecniche di microscopia e/o western blot, garantendo così l'integrazione accurata di questi componenti nel modello sferoidale.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta,

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Le strutture operative scientifiche includono l'utilizzo di microscopi, cappe a flusso laminare e incubatori per le colture cellulari. Durante lo svolgimento dell'attività proposta, il dottorando avrà l'opportunità di collaborare con enti di ricerca italiani come il CEINGE Biotecnologie Avanzate Franco Salvatore scarl, oltre che con istituti di ricerca internazionali come lo Houston Methodist Research Institute. Le attività di ricerca si inserisce nell'ambito di un progetto recentemente approvato, finanziato della compagnia S. Paolo a supporto dello sviluppo dei brevetti per invenzione industriale. Il budget del progetto potrà essere utilizzato per supportare le attività del dottorato.

Il candidato potrà accedere alle seguenti facilities:

1. Disponibili presso i laboratori del DICMaPI.
 - a) 2 Workstation per video-microscopia Time Lapse in vitro automatizzate, equipaggiate con motori X,Y,Z, telecamere raffreddate ad alta sensibilità oppure ad alta velocità, e micro-incubatore, per effettuare osservazioni in campo chiaro, contrasto di fase, fluorescenza, confocalità.
 - b) Laboratorio di colture cellulari, equipaggiato di cappa sterile, incubatore da banco, centrifughe.
 - c) Celle di flusso e di chemiotassi.
 - d) Software per analisi delle immagini
 - e) Software per analisi dei dati
 - f) Software per simulazione numerica agli elementi finiti.

2. Disponibili presso altri dipartimenti della Federico II, o consociati:
 - a) Spettrometro di massa, in collaborazione con il dipartimento di Scienze Chimiche
 - b) Facility di microscopia avanzata, equipaggiata con FRAP, FRET, Super-resolution presso il CEINGE-Biotecnologie avanzate.
 - c) Facility per immunoistochimica, presso il CEINGE Biotecnologie avanzate.
 - d) Banca colture cellulari, presso il CEINGE Biotecnologie avanzate.
 - e) Software e risorse di calcolo per analisi "in silico" della crescita ed invasività tumorale tramite modelli multiscala, in collaborazione con l'Houston Methodist Research Institute (USA).
 - f) Piattaforma di GRID computing SCOPE (Unina).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

L'eventuale periodo all'estero potrebbe essere svolto presso lo Houston Methodist Research Institute, ente con il quale è già in essere un accordo di ricerca bilaterale con il DICMaPI, collaborando con i gruppi di ricerca del Prof. Cristini e della Prof. Taraballi, con cui il gruppo del prof. Caserta ha già precedenti collaborazioni o presso l'Università di Glasagow, collaborando con il gruppo di ricerca del prof. Tassieri.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Prof. Aniello Costantini, Dott.ssa Tonia Mariarosaria Di Palma (CNR-STEMS)

Tematica di ricerca proposta:

Materiali innovativi per batterie metallo-aria ecosostenibili

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Ingegneria chimica

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Le batterie di uso corrente presentano varie problematiche legate alla sicurezza e all'impatto ambientale, perciò, è necessario individuare nuove tipologie di batterie più sostenibili con prestazioni simili o superiori. Le batterie metallo-aria rappresentano una possibile valida alternativa. Queste sono basate sull'ossidazione di un metallo e la riduzione dell'ossigeno. Molte sono ad oggi le limitazioni legate soprattutto al catodo e all'elettrolita che ne impediscono la diffusione su larga scala. Lo scopo del progetto di ricerca è l'individuazione di materiali ecosostenibili per la realizzazione di elettrodi catodici ed elettroliti con prestazioni superiori a quelli attualmente presenti in letteratura, al fine di realizzare nuovi prototipi di batteria.

Alla luce degli obiettivi descritti e della durata triennale del ciclo di dottorato, si prevede di concentrare le attività nel seguente modo:

1. Nel primo anno l'attenzione sarà incentrata sullo studio e la preparazione degli elettrodi catodici.
2. Il secondo anno sarà principalmente dedicato alla progettazione dell'elettrolita.
3. Nel terzo anno si prevede di svolgere l'attività di ottimizzazione e prototipazione della batteria.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

L'attività di ricerca sarà svolta in collaborazione con l'istituto CNR-STEMS a cui afferisce la dottoressa Tonia M. Di Palma.

In particolare, presso i laboratori chimici dell'istituto STEMS verranno preparati i materiali (catodi ed elettroliti) ed eseguiti i test elettrochimici sui singoli materiali e sull'intera cella galvanica. Le principali apparecchiature utilizzate saranno: forni tubolari e muffole, stazioni elettrochimiche, microscopio a scansione elettronica (SEM) equipaggiato con analisi elementale (EDX), porosimetro. Inoltre, il dottorando potrà avere accesso alle nuove apparecchiature del Centro di Eccellenza "Sustainable Energy Sources" ubicato presso il CNR-STEMS.

Presso il laboratorio di Chimica dei Materiali del DICMAPI verranno effettuate le caratterizzazioni chimico-fisiche dei materiali. In particolare, verranno utilizzate le seguenti tecniche: analisi

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

termogravimetrica, spettroscopia UV-vis e FTIR e analisi diffrattometrica XRD

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Un eventuale periodo all'estero potrebbe essere svolto presso i gruppi di ricerca specializzati in sintesi di materiali polimerici all' Institute for Chemical Technology and Polymer Chemistry (ITCP) del Karlsruhe Institute of Technology (KIT) in Germania.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Salvatore Costanzo

Tematica di ricerca proposta: Ruolo delle ramificazioni molecolari sulla processabilità e le prestazioni di materiali poliolefinici in ottica di economia circolare

Curriculum di riferimento:
Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Le poliolefine con una struttura molecolare ramificata mostrano delle proprietà meccaniche migliori rispetto alla controparte lineare. In particolare, il polietilene e il polipropilene ramificato sono caratterizzati da una viscoelasticità più marcata ed una maggiore processabilità, ad esempio nei processi di schiumatura. Tali proprietà rendono la presenza di ramificazioni lunghe (LCB, *dall'inglese long chain branching*) una caratteristica desiderata nei prodotti poliolefinici. Tuttavia, nella maggioranza dei casi di interesse pratico, le difficoltà nel controllo preciso del grado di branching durante la sintesi su scala industriale conducono alla produzione di miscele di polimeri lineari e ramificati. Inoltre, miscele di poliolefine con struttura sia lineare che ramificata sono il comune prodotto dei processi di riciclo di tali materiali. Attualmente, nonostante la mole di letteratura scientifica in merito, la relazione che intercorre tra il grado di LCB all'interno di una miscela di questo tipo e le proprietà finali dei materiali poliolefinici non è ben definita, e la maggior parte dei processi industriali sfrutta conoscenze di tipo empirico per la produzione di materiali con determinate proprietà meccaniche.

Questo progetto di ricerca ha come obiettivo la valutazione dell'influenza dell'LCB su miscele di poliolefine lineari e ramificate in flussi di deformazione veloci, in condizioni simili a quelle incontrate durante i processi industriali. In tale ambito, verrà posta particolare attenzione sul legame tra la microstruttura e la reologia, sia in relazione alla cristallizzazione indotta dal flusso che alle proprietà meccaniche finali.

Utilizzando diverse tecniche sperimentali, tra cui la calorimetria a scansione differenziale, la reologia, la reo-spettroscopia, lo scattering, e prove di schiumatura, lo scopo è quello di creare una catena di conoscenze sia a livello microscopico che macroscopico, che permetta di controllare le proprietà meccaniche dei prodotti poliolefinici a partire dalla struttura molecolare delle miscele sintetizzate.

I risultati attesi permetteranno il design e l'ottimizzazione di processi di riciclo per ottenere poliolefine con migliori caratteristiche finali.

Per lo svolgimento dell'attività proposta, sarà messo a disposizione il laboratorio Rheolab I, della sede di Piazzale Tecchio, attualmente dotato di reometri rotazionali sia a sforzo che a deformazione controllata con controllo di temperatura e generatore di azoto in grado di fornire atmosfera inerte. Con i suddetti reometri rotazionali è possibile effettuare esperimenti sia in flusso di taglio che estensionale. Oltre ai laboratori Rheolab I di P.le Tecchio, è disponibile anche il laboratorio Re-Ops della sede di San Giovanni a Teduccio, equipaggiato con ulteriori

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

apparati sperimentali reometrici. Sarà inoltre disponibile a breve la nuova struttura denominata Polymer Hub, nella stessa sede, in cui sarà installato anche un reometro capillare. In merito all'analisi di schiumabilità dei materiali, essa sarà effettuata in collaborazione con il prof. Ernesto di Maio, responsabile del laboratorio FoamLab del DICMaPi, equipaggiato con diversi apparati sperimentali per effettuare test di schiumatura di materiali in condizioni controllate.

Questo progetto di dottorato è in collaborazione con la sede olandese della multinazionale SABIC, co-finanziatrice del progetto, per cui, una parte dell'attività sperimentale, relativa alla processabilità dei materiali, sarà svolta presso i laboratori aziendali che sono attrezzati con diversi setup di processo (estrusori).

Per quanto riguarda la reo-spettroscopia, sarà instaurata una collaborazione con l'Università di Groningen (Olanda), in particolare con il prof. Daniele Parisi, esperto di spettroscopia RAMAN in flusso.

Eventuali prove di reologia estensionale che richiedono l'uso di reometri di tipo "filament stretching" potranno essere svolte in collaborazione con l'istituto di ricerca FORTH-IESL di Heraklion (Grecia).

Il progetto prevede 6 mesi di attività in Olanda presso i laboratori dell'azienda SABIC. Si prevede inoltre un ulteriore periodo di 3 mesi, tra il secondo ed il terzo anno, presso il gruppo di ricerca del prof. Daniele Parisi dell'Università di Groningen per analisi di reo-spettroscopia RAMAN.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Gaetano D'Avino

Tematica di ricerca proposta: Elettroidrodinamica di fluidi biologici complessi per la detection di biomarcatori

Curriculum di riferimento: Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

L'obiettivo di questa proposta di dottorato è caratterizzare l'elettroidrodinamica di liquidi biologici aventi proprietà reologiche peculiari al fine di depositare piccole quantità di campione da analizzare per la rilevazione di biomarcatori. Nell'ambito di un precedente progetto tra UNINA e l'Agenzia Spaziale Italiana è stato sviluppato un super-sensore in grado di depositare piccolissime quantità di un campione biologico su un vetrino sfruttando l'effetto piroelettroidrodinamico, ovvero generando un campo elettrico attraverso il riscaldamento/raffreddamento di un cristallo di litio-niobato. Il campo elettrico deforma il menisco di una goccia pendente da una piastra forata formando il cosiddetto "cono di Taylor" (p-jet) con conseguente rilascio di una piccola quantità di materiale su un vetrino [1].

L'innovazione principale di questa proposta di dottorato rispetto a tale progetto è considerare liquidi biologici che mostrano proprietà reologiche peculiari, definite "non-Newtoniane". A titolo di esempio, il sangue mostra una varietà di caratteristiche non-Newtoniane quali pseudoplasticità, viscoelasticità, tissotropia [2]. Un altro esempio riguarda le lacrime che mostrano una viscosità non costante con la velocità di deformazione [3], soprattutto in condizioni di secchezza oculare, una patologia che colpisce astronauti in missioni spaziali di lunga durata [4]. Le proprietà non-Newtoniane di tali fluidi hanno un effetto rilevante sulla fluidodinamica che, di conseguenza, si traduce in una diversa risposta al campo elettrico rispetto ai classici fluidi Newtoniani. Quindi, le proprietà reologiche del liquido possono influenzare i parametri ottimali del dispositivo sia per quanto riguarda la formazione del menisco di liquido biologico, sia per la generazione del cono di Taylor e il conseguente deposito di materiale da analizzare. In questo progetto ci si propone di caratterizzare esaurientemente l'effetto di proprietà non-Newtoniane quali shear-thinning, viscoelasticità e plasticità sulla dinamica del liquido sottoposto ad un campo elettrico. L'obiettivo finale sarà quindi quello di individuare le condizioni ottimali da implementare nel super-sensore sviluppato nel precedente progetto a seconda del tipo di fluido biologico utilizzato per la rilevazione di biomarcatori, rendendo il dispositivo lab-on-chip di più ampia applicazione.

L'attività di ricerca sarà effettuata sia attraverso esperimenti che simulazioni numeriche. La prima parte dell'attività sperimentale verterà sull'analisi della deformazione del liquido tra due elettrodi per capire l'effetto delle proprietà reologiche. Nella fase successiva si utilizzerà il dispositivo con cristallo di litio-niobato che rappresenta il setup di interesse per le missioni spaziali. L'attività sperimentale sarà affiancata da uno studio computazionale per modellare: i) il menisco di liquido in uscita dal micro-foro del supporto di carico, ii) la dinamica del liquido per effetto del campo elettrico. A tale scopo si risolveranno numericamente le equazioni elettro-idrodinamiche nei domini liquido e gas. L'interfaccia aria-liquido verrà tracciata attraverso il metodo Volume-Of-Fluid che consente di tenere

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

conto in modo efficiente di elevate deformazioni, rottura del liquido e coalescenza delle goccioline. Particolare importanza sarà data all'effetto della gravità sulla deformazione della goccia per simulare condizioni di microgravità.

- [1] Ferrato et al., Nat. Nanotechnol., 5, 2010, 429
- [2] Beris et al., Soft Matter, 17, 2021, 10591
- [3] Recchioni et al., Exp. Eye Res., 219, 2022, 109083
- [4] Ax et al., Front. Physiol., 14, 2023, 1281327

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Gli esperimenti saranno condotti nei laboratori della Bottega della Materia Soffice (sede di Ingegneria a P.le Tecchio) e presso l'Istituto ISASI-CNR (Pozzuoli) utilizzando il dispositivo p-jet già messo appunto nella precedente collaborazione tra UNINA ed ASI. Lo strumento computazionale da utilizzare per le simulazioni numeriche sarà Basilisk (www.basilisk.fr), un software open-source specializzato per la simulazione di sistemi multifase.

Il progetto di dottorato è in collaborazione con l'Agenzia Spaziale Italiana (che finanzia la borsa di dottorato) e l'Istituto ISASI-CNR.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

E' previsto un periodo all'estero di almeno 6 mesi presso il gruppo del Prof. J. M. Lopez-Herrera del Dipartimento di Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos dell'Universidad De Sevilla (Siviglia, Spagna).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Prof. Bruno de Gennaro e Prof. Giuseppina Luciani

Tematica di ricerca proposta: Biocompositi a base di zeoliti naturali per la rimozione catalitica di contaminanti emergenti.

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

In una società in costante trasformazione e con un'industrializzazione che cresce esponenzialmente, garantire l'accesso a risorse idriche potabili non contaminate è un obiettivo prioritario. Tra le principali minacce del corpo idrico figurano i contaminanti emergenti rilasciati dalle industrie tessili, alimentari, farmaceutiche e cosmetiche. Nella classe dei contaminanti emergenti rientrano tutte quelle sostanze che difficilmente riescono ad essere rimosse dai convenzionali impianti di trattamento nonché tutti i composti per i quali sono stati proposti limiti alla loro concentrazione non ancora tradotti in obblighi normativi. Tra i metodi comunemente utilizzati per la loro rimozione dalle acque reflue, l'adsorbimento con materiali porosi è considerato quello più affidabile, semplice ed economico. Un interesse sempre crescente è rivolto alle applicazioni di materiali a base di zeolite grazie alla loro capacità di scambio ionico e biocompatibilità. Studi recenti hanno anche dimostrato l'efficacia di biopolimeri, come polidopamina, chitosano, cellulosa e alginato, per funzionalizzare la superficie delle zeoliti, migliorandone le proprietà di adsorbimento. In particolare, le caratteristiche riducenti e chelanti di tali biopolimeri nei confronti di ioni metallici possono essere sfruttate efficacemente per produrre catalizzatori ecologici per l'adsorbimento e la degradazione di contaminanti.

Un biocomposito ottenuto a partire dalla combinazione polidopamina/zeolite con argento metallico è stato impiegato, in studi recenti del gruppo proponente, per l'adsorbimento di coloranti studiandone i cicli di adsorbimento e riduzione mediante l'uso del Sodio Boridruro come agente riducente. I compositi hanno mostrato elevata efficacia nella rimozione dei coloranti selezionati su più cicli di trattamento, promuovendo l'interesse per uno studio approfondito su tali materiali che ne consenta l'applicazione tecnologica e l'impiego nel trattamento delle acque reflue.

In questo contesto si colloca il presente progetto di Dottorato che focalizza l'attenzione sulla realizzazione di materiali adsorbenti, a base di zeoliti naturali opportunamente modificate per la rimozione ed il degrado di contaminanti emergenti. La fase iniziale del progetto sarà incentrata sulla ricerca in letteratura finalizzata sia a selezionare i materiali opportuni per la realizzazione del biocomposito, sia ad individuare le migliori tecniche di sintesi e rigenerazione di questo, nonché identificare le attuali tecniche in uso nei diversi settori industriali.

Saranno successivamente sintetizzati materiali a base di polimeri biodegradabili e zeoliti naturali. I sistemi prodotti saranno sottoposti a prove termodinamiche e cinetiche di adsorbimento saranno valutate le capacità adsorbenti dei sistemi sintetizzati considerando concentrazioni di contaminanti prossime a quelle reali, saranno inoltre valutato il comportamento di tali materiali in sistemi misti di inquinanti con lo scopo di valutare eventuali affinità ed interferenze. Successivamente il progetto di Dottorato sarà focalizzato sull'ottimizzazione del processo di rigenerazione del biocomposito

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

attraverso l'utilizzo di agenti riducenti ecocompatibili implementando un approccio circolare e maggiormente sostenibile che preveda il suo riutilizzo in più cicli di adsorbimento.

Attraverso la funzionalizzazione, l'obiettivo è rendere la zeolite un materiale riutilizzabile in cicli successivi di adsorbimento/desorbimento, grazie alla presenza di particelle di argento metallico che fungono da catalizzatore per la degradazione dei contaminanti. Infine, in una logica di scale-up industriale, l'obiettivo della ricerca è l'implementazione di un appropriato sistema a colonna per studiare l'efficienza del sistema composito in condizioni dinamiche.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto di Dottorato prevede lo sviluppo di sistemi a base di zeolite naturale, funzionalizzata con polimeri biodisponibili ed un catalizzatore metallico per promuovere il loro riutilizzo nella rimozione, attraverso adsorbimento e successiva riduzione, di contaminanti emergenti. Contemporaneamente, sui sistemi sintetizzati verranno effettuate caratterizzazioni chimico-fisiche approfondite utilizzando le comuni tecniche di indagine, tra cui:

- XRPD, per la caratterizzazione dei compositi ottenuti attraverso analisi ai raggi X;
- SEM-EDS, per la verifica della struttura ottenuta e per la valutazione del contenuto elementale;
- Microporosimetria, per la valutazione dell'area superficiale BET;
- FT-IR, per ottenere informazioni sulla composizione del biocomposito formulato e sui gruppi funzionali presenti;
- TGA/DTA, per monitorare la perdita di massa del materiale e permettere di studiare la termo-degradazione e la termo-ossidazione;
- UV-Vis, per misurare la bontà dell'adsorbimento in termini di concentrazioni residue dei contaminanti in soluzione;
- ICP-OES, per l'analisi della composizione elementale, di specie cationiche in soluzione.
- Mineralizzatore a microonde, per la digestione di fasi solide da preparare per la loro caratterizzazione, nonché per la sintesi di nuove fasi
- Muffole per trattamenti ad alta temperatura (1500°C)
- Cromatografia liquida LC per l'analisi elementale di specie cationiche ed anioniche costituenti i biocompositi.

Il progetto sarà svolto in collaborazione con la Prof. Brigida Silvestri del Dipartimento di Ingegneria Civile Edile ed Ambientale (DICEA) dell'Università di Napoli Federico II.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca...)

Data la decennale collaborazione con il gruppo della Dr. Aleksandra Dakovic dell'INSTITUTE FOR TECHNOLOGY OF NUCLEAR AND OTHER MINERAL RAW MATERIALS (ITNMS), di Belgrado in Serbia, e l'esperienza che questo gruppo ha per la modifica e successiva caratterizzazione di materiali zeolitizzati, si prevede un periodo di almeno 6 mesi presso l'ITNMS per approfondire la tematica proposta.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Prof.ssa Almerinda Di Benedetto

Tematica di ricerca proposta: Ottimizzazione del rischio e della sicurezza delle batterie a base di Litio

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Il rapido progresso nella tecnologia delle batterie, in particolare nelle batterie agli ioni di litio, ha rivoluzionato le soluzioni di stoccaggio dell'energia in vari settori, tra cui i veicoli elettrici, l'elettronica di largo consumo e i sistemi di energia rinnovabile. Le batterie, sia su piccola che su larga scala, presentano notevoli sfide in termini di sicurezza.

La sicurezza della batteria è fortemente correlata alla gestione termica: il calore generato durante il funzionamento per evitare l'aumento della temperatura deve essere opportunamente dissipato per evitare problemi di *over-heating*. Le temperature possono superare il valore di soglia per due ragioni principali:

- 1) Riscaldamento esterno
- 2) Condizioni di abuso e/o raffreddamento insufficiente

Se una o entrambe queste condizioni vengono soddisfatte, la temperatura della batteria potrebbe andare fuori controllo con la conseguenza dell'attivazione di reazioni indesiderate (esotermiche) tra i materiali della batteria che alla fine portano all'innescio di reazioni fuggitive (thermal runaway), con conseguenti incendi e/o esplosioni.

Come mostrato nella Figura 1, la range di temperatura ottimale (sicura) per le celle agli ioni di litio è minore di 60°C. (*Languang Lu, Xuebing Han, Jianqiu Li, Jianfeng Hua, Mingguo Ouyang, A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric Vehicles, Journal of Power Sources 226 2013 272-288*).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

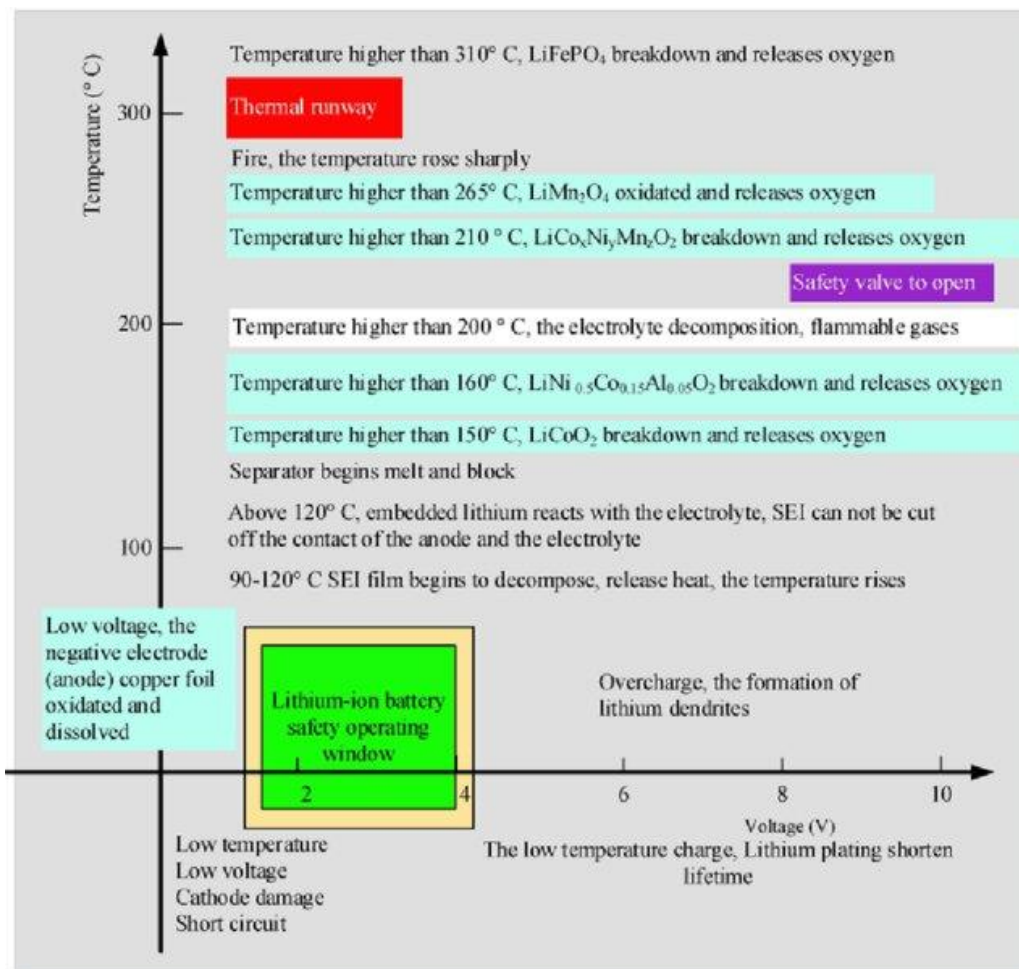
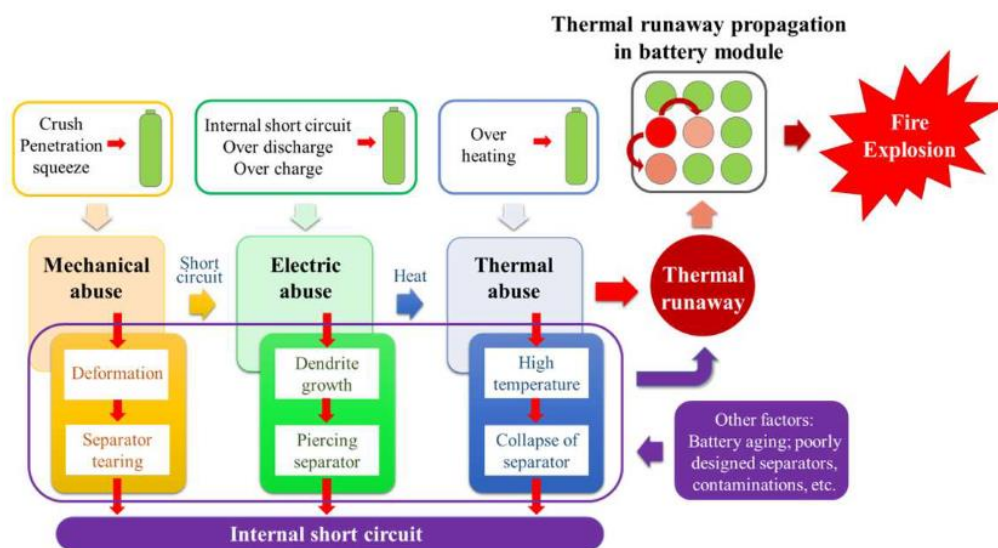


Figura 1 – Temperatura operative e sicura per le batterie al litio

Se questo limite di temperatura viene superato possono verificarsi eventi indesiderati come incendi ed esplosioni (Figura 2).

Episodi di instabilità termica, incendi ed esplosioni hanno evidenziato l'urgente necessità di misure di sicurezza globali.



DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Figura 2 – Sequenza verso incendi/esplosioni (Depeng Kong , Hongpeng Lv, Ping Ping, Gongquan Wang, A review of early warning methods of thermal runaway of lithium-ion batteries, Journal of Energy Storage 64 2023 107073)

La ricerca attuale si è concentrata sulla comprensione dei meccanismi di guasto delle batterie, sul miglioramento dei materiali, della progettazione e dei sistemi di gestione termica (Depeng Kong, Hongpeng Lv, Ping Ping, Gongquan Wang, Journal of Energy Storage 64 (2023) 107073).

Molte domande in termini di natura dell'elettrolita, interazione con gli altri materiali, gestione termica ottimale e configurazione geometrica rimangono una necessità critica per ulteriori ricerche per affrontare questioni irrisolte e sviluppare soluzioni che garantiscano il funzionamento sicuro delle batterie in tutte le condizioni operative.

2. Obiettivi

In questo contesto, l'obiettivo primario di questa ricerca è migliorare la sicurezza delle batterie attraverso approcci innovativi nella scienza dei materiali, nella gestione termica e nell'integrazione di sistemi/processi, utilizzando tecniche sperimentali avanzate e strumenti di modellazione.

In particolare, gli obiettivi sono i seguenti:

- a. Caratterizzare tutti i materiali delle batterie in termini di stabilità termica e chimica in relazione ai rischi di reazioni fuggitive, rilascio di gas pericolosi e incendi/esplosioni;
- b. Ottimizzazione della gestione termica: progettare soluzioni di gestione termica che garantiscano profili di temperatura stabili e prevenano il surriscaldamento.

3. Programma delle attività previste

Il progetto di ricerca proposto adotterà un approccio multidisciplinare per studiare la sicurezza delle batterie, comprendendo la scienza dei materiali, la gestione termica e l'integrazione dei sistemi. Il progetto sarà strutturato nelle seguenti attività chiave:

Primo anno

- a. Condurre una revisione completa della letteratura esistente sulla sicurezza delle batterie, identificando anche le attuali lacune e limitazioni delle conoscenze nelle misure di sicurezza esistenti.
- b. Sviluppare e utilizzare un modello cinetico per valutare i parametri di infiammabilità/esplosione del gas prodotto dal surriscaldamento della batteria
- c. Pianificare le attività sperimentali per gli studi termici.

Secondo anno

- a. Investigare le proprietà di infiammabilità (punto di infiammabilità) di materiali avanzati come elettroliti allo stato solido ed elettroliti liquidi e la loro miscelazione
- b. Eseguire test approfonditi per valutare la stabilità termica mediante analisi DSC, anche con quantità elevate utilizzando la calorimetria RADEX.
- c. Sviluppare e utilizzare un modello avanzato (CFD e analisi biforcazionale) per la valutazione della gestione termica

Terzo anno

- a. Simulazione della gestione termica delle batterie.
- b. Sviluppo di mappe di sicurezza in funzione delle condizioni operative e dei materiali.
- c. Progettare e ottimizzare i sistemi di gestione termica per prevenire il surriscaldamento e l'instabilità termica.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

d. Scrittura della Tesi

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Prove sperimentali

Le prove sperimentali per la valutazione delle proprietà di infiammabilità/esplosione dei materiali delle batterie al litio saranno eseguite mediante:

1. Apparecchio per il test del punto di infiammabilità disponibile presso il laboratorio SaRAH
2. L'analisi della stabilità termica/chimica sarà effettuata mediante calorimetria a scansione differenziale (DSC) disponibile presso STEMS/CNR
3. Test sperimentali Radex per simulare e valutare il comportamento termico delle batterie in varie condizioni operative, inclusi scenari abusivi, disponibile presso STEMS/CNR

Attività di Modellazione

1. Software Chemkin (disponibile presso il laboratorio di calcolo di SaRAH);
- 2.) modellare la cinetica chimica e le proprietà di combustione dei gas prodotti dalle batterie in condizioni di runaway e altre condizioni di guasto;
3. Utilizzare modelli di analisi biforcazionale per studiare la stabilità e le condizioni di fuga dei sistemi di batterie, identificando soglie critiche e punti di guasto (software AUTO, disponibile presso il laboratorio di calcolo di SaRAH);
4. Simulare il sistema integrato per l'ottimizzazione della gestione termica (software ANSYS disponibile presso il Laboratorio di calcolo di SaRAH).

Verranno instaurate collaborazioni con l'ing. Roberto Sanchirico di STEMS/CNR

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il periodo all'estero sarà di almeno 6 mesi e verrà svolto in un Istituto di prestigio internazionale. Di seguito due possibilità:

-Prof. Olivier DUFAUD, University of Lorraine, Nancy

-Prof. Alfredo Ursúa, Institute of Smart Cities (ISC), Department of Electrical, Electronic and Communications Engineering, Public University of Navarre (UPNA), Campus de Arrosadia, Pamplona, 31006, Navarra, Spain

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Ernesto Di Maio

Tematica di ricerca proposta:

Schiume polimeriche avanzate per applicazioni strutturali: proprietà controllate da instabilità meccaniche

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Negli ultimi anni, il controllo delle instabilità meccaniche sta giocando un ruolo chiave nella progettazione di metamateriali. I materiali convenzionali possono infatti essere strutturati sia alla microscala che alla macroscala per essere resi suscettibili di instabilità meccaniche, le quali portano spesso a importanti variazioni di proprietà. Materiali che sono di per sé strutturati alla microscala sono le schiume polimeriche, in cui le instabilità meccaniche sulla scala microscopica determinano le proprietà meccaniche sulla scala macroscopica.

Recentemente sono state sviluppate schiume polimeriche avanzate a gradiente di densità, ovvero schiume polimeriche in cui la densità è distribuita in maniera non-uniforme nel materiale al fine di soddisfare requisiti meccanici e/o funzionali.

Il progetto di dottorato ha come obiettivo quello di progettare le instabilità meccaniche su due scale: la scala microscopica (scala delle celle) e la scala macroscopica (scala della densità), al fine di ottenere materiali estremamente leggeri ma con proprietà meccaniche non convenzionali, in grado di garantire performance meccaniche nettamente superiori rispetto alle attuali schiume polimeriche presenti sul mercato.

Si prevede perciò che il candidato sviluppi nel primo periodo di dottorato conoscenze inerenti sia al processo di schiumatura che alla meccanica del continuo, sviluppando uno stato dell'arte sulla meccanica non lineare di schiume polimeriche.

Dopodiché, si passerà alla modellizzazione analitica e prototipazione virtuale (tramite CAD e FEM). Il materiale verrà poi prodotto in laboratorio e testato presso centri di ricerca specializzati, con l'aiuto di tecniche di imaging per verificare sperimentalmente che i meccanismi di instabilità meccanica diano effettivamente le proprietà desiderate.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il lavoro verrà svolto presso il foamlab del DICMaPI, nonché presso laboratori e centri di ricerca pubblici e privati con i quali sussistono collaborazioni scientifiche e progetti di sviluppo, come l'*École Polytechnique* (Parigi, Francia) e l'Università di Pavia.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

E' previsto un periodo compreso tra i tre e i nove mesi presso l'*University of Maryland* (Washington, D.C.) presso il *Tubaldi Lab* della Prof. E. Tubaldi, esperta in meccanica non lineare e controllo delle instabilità.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Ernesto Di Maio

Tematica di ricerca proposta: Studio di schiume per la produzione di manufatti con mappe di densità ottimizzate nel 3D

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture
Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Il lavoro di dottorato si propone come primo obiettivo quello di studiare ed analizzare i principi chimico-fisici che regolano i processi di espansione e di reticolazione di compounds a base di miscele poliolefine-elastomeri all'interno di uno stampo per la produzione di schiume flessibili. Dal punto di vista applicativo questo studio si propone di migliorare le tecnologie ed i prodotti.

I benefici attesi riguardano la possibilità di migliorare l'efficienza del processo di stampaggio, in particolare in termini di tempo di ciclo e sostenibilità energetica, nonché di migliorare le proprietà del manufatto grazie all'ingegnerizzazione della schiuma.

In quest'ottica, un ulteriore obiettivo riguarda l'esplorazione della tecnologia di espansione a gradiente per produrre manufatti, con le stesse matrici elastomeriche, caratterizzati di una mappa 3D di densità e morfologia progettate sulla base della specifica applicazione. Questo studio sarà eventualmente affrontato attraverso la progettazione di apparecchiature di processo dedicate.

Il lavoro verrà svolto presso il foamlab del DICMaPI e presso Versalis SpA, nonché presso laboratori e centri di ricerca pubblici e privati con i quali sussistono collaborazioni scientifiche e progetti di sviluppo.

È previsto un periodo all'estero per un periodo non inferiore a sei mesi presso l'École Polytechnique (Laboratoire de Mécanique des solides), Palaiseau (Paris, France).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Prof. Amedeo Lancia/Prof. Alessandro Erto

Tematica di ricerca proposta:

Produzione di gas naturale sintetico (SNG) in reattori avanzati per la conversione di CO₂ con idrogeno rinnovabile

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) Una delle maggiori sfide che la ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico devono affrontare è quella di riuscire a coniugare in modo proficuo ed efficiente la necessità di ridurre le emissioni di CO₂ per frenare il riscaldamento globale con il soddisfacimento del sempre crescente fabbisogno energetico mondiale. Tuttavia, la sostituzione delle fonti energetiche a base di carbonio con quelle rinnovabili non è facilmente realizzabile e a breve termine. L'attuale scenario energetico si basa sull'utilizzo di centrali elettriche a combustibili fossili in grado di fornire continuamente elettricità o calore, mentre le fonti rinnovabili soffrono di diversi limiti, come l'intermittenza delle fonti (ad esempio, fotovoltaico ed eolico) e la bassa densità energetica dei corrispondenti vettori (ad esempio, l'idrogeno).

In questo panorama, le tecnologie CCU (Carbon Capture and Utilization) potrebbero rappresentare un interessante elemento di transizione energetica, tra l'attuale economia fossile e la futura economia rinnovabile: in particolare, i processi Power-to-Gas (PtG) rappresentano un valido approccio sinergico ai problemi sopra citati, in quanto prevedono la reazione tra la CO₂, catturata dalle emissioni antropiche, e l'H₂ prodotto da fonti rinnovabili. Tra i diversi prodotti che si possono ottenere, il metano (CH₄) assume un ruolo di primo piano, anche alla luce dei recenti avvenimenti che hanno tanto influenzato le politiche energetiche mondiali. Si tratta di un composto a media densità energetica e facilmente utilizzabile tramite iniezione nella rete del gas naturale: per questo motivo, il metano prodotto da processi di PtG è anche chiamato gas naturale sintetico (SNG).

L'importanza strategica di questo processo è ulteriormente sottolineata sia dalla centralità del gas naturale come mezzo per soddisfare il fabbisogno energetico nazionale, sia dalla necessità di diversificare le fonti di approvvigionamento a causa dell'attuale situazione politica internazionale, in accordo con il piano REPowerEU recentemente annunciato dalla Commissione Europea.

Per questi motivi, lo scopo principale di questo progetto è quello di dare un impulso sostanziale allo sviluppo tecnologico dei processi PtG, attraverso la realizzazione di un reattore avanzato che, insieme all'individuazione di un catalizzatore all'avanguardia, consenta di ottimizzare la produttività del CH₄ nel processo di idrogenazione della CO₂, garantendo al contempo un'efficace gestione della temperatura e del calore di reazione per massimizzare la resa economica ed energetica del sistema. I risultati della ricerca consentiranno di stabilire i criteri di progettazione per la costruzione di un'unità dimostrativa, un passo importante verso l'applicazione su larga scala di questa tecnologia.

In particolare, gli obiettivi principali del progetto sono i seguenti:

- Progettazione, costruzione e validazione di un reattore avanzato (ad esempio, un microreattore o un reattore trifase) in scala di laboratorio per l'idrogenazione catalitica della CO₂;

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

- Screening e sintesi di catalizzatori bimetallici avanzati (ad esempio, Ni e Ru su supporti mesoporosi) e ottimizzazione dei parametri operativi del sistema;
- Modellazione dei risultati sperimentali orientata allo studio preliminare di scale-up e alla fattibilità economica.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto si basa su un impianto di metanazione in scala-laboratorio già esistente, situato nella Sala Impianti del Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione dell'Università di Napoli Federico II.

Il progetto è sviluppato con il cofinanziamento di una società partner (Oiltech S.r.l.).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il progetto prevede un periodo di 6 mesi all'estero presso l'Università di Alicante (Spagna) - Dipartimento di Chimica Inorganica (Laboratorio de Materiales Avanzados). Responsabile: Prof. Joaquin Silvestre-Albero.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente:

Prof. Amedeo Lancia/Prof. Alessandro Erto

Tematica di ricerca proposta:

Cattura di CO₂ da motori marini mediante adsorbimento su solidi strutturati a nido d'ape

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Il rapido aumento della popolazione mondiale ha causato una crescita enorme del consumo di energia durante il 20° secolo e oltre l'85% di tale richiesta è oggi soddisfatto dai combustibili fossili. In questo contesto, le problematiche ambientali relative alle emissioni inquinanti prodotte dal settore dei trasporti hanno attirato l'attenzione mondiale, in particolare verso l'aumento dei livelli di gas serra nell'atmosfera, in grado di perturbare il bilancio energetico.

L'introduzione di normative ambientali e di miglioramento dell'efficienza energetica nel settore navale stanno generando importanti cambiamenti nel design delle nuove navi, che devono prevedere soluzioni innovative in termini di architettura navale, sistemi di propulsione e sistemi di disinquinamento, per ottemperare ai vincoli imposti in maniera economicamente conveniente.

La necessità di una riduzione di emissioni di gas serra ed in particolare della CO₂, si è tradotta nello sviluppo di numerose tecnologie finalizzate all'abbattimento degli inquinanti e alla riduzione delle emissioni di tali composti. L'impiego di impianti di trattamento dei gas di scarico è un'opzione utile, e talvolta l'unica disponibile, per poter ottemperare a tali requisiti normativi.

L'adsorbimento rappresenta una tecnologia di rimozione consolidata grazie al suo alto potenziale di efficienza e flessibilità operativa, bassi costi e, se abbinato a un processo di rigenerazione ad alta efficienza, per l'assenza di sottoprodotti. Inoltre, essa rappresenta tra le migliori tecnologie di *retro-fitting* di impianti preesistenti e di motori a combustione, in quanto può essere realizzata in unità di trattamento facilmente implementabile in unità già esistenti. I principali svantaggi legati all'uso di tale tecnologia risiedono nel costo del sorbente e nella possibilità che esso venga saturato o "avvelenato" dalla co-presenza di altri inquinanti, primi tra tutti gli NO_x e gli SO_x. In ogni caso, le prospettive di ricerca in questo campo lasciano presagire sviluppi tali da poter superare tali inconvenienti.

Numerosi solidi porosi possono essere utilmente impiegati per la cattura di CO₂ da gas esausti (carboni attivi, zeoliti, MOF's, ecc.); la maggior parte di questi solidi, benché in possesso di una buona capacità di adsorbimento, può essere sottoposta a processi di funzionalizzazione con ammine, composti alcalini, liquidi ionici, ecc. che ne modificano la struttura superficiale, in maniera da determinare un incremento delle performance di cattura, rendendo il processo economicamente più vantaggioso.

In un settore come quello navale in cui ulteriori fattori quali minimizzazione degli ingombri, riduzione delle perdite di carico e massimizzazione delle rese specifiche assumono una particolare importanza

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

ed interesse, l'utilizzo di adsorbenti strutturati a nido d'ape, funzionalizzati con opportune fasi attive (ammine) appare essere una soluzione particolarmente interessante.

Nello specifico, i principali obiettivi del progetto sono i seguenti:

- Studio dei processi di adsorbimento per la rimozione di CO₂ da gas di combustione derivante da motori marini, ipotizzando l'utilizzo di diversi combustibili (gas naturale, diesel);
- Definizione di un solido adsorbente strutturato, di diversa natura chimica, e funzionalizzato con differenti ammine a variabili concentrazioni;
- Progettare ed esercire un impianto prototipale di cattura della CO₂, eventualmente accoppiato ad una fase di rigenerazione/recupero della CO₂;
- Modellazione dei risultati sperimentali orientata allo studio preliminare di scale-up e fattibilità economica.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto si basa su un impianto di cattura di CO₂ in scala-lab già esistente, situato nel laboratorio Adsorbimento del Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Università Di Napoli Federico II.

Il progetto è sviluppato con l'azienda partner che lo co-finanzia (Corning GmbH).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il progetto prevede un periodo all'estero di 6 mesi presso l'Università di Edimburgo (Scozia) – Dipartimento di Materiali e Processi. Responsabile: Prof. Stefano Brandani.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Prof. Luca Esposito

Tematica di ricerca proposta:

Progettazione e Sviluppo di Dispositivi Avanzati per importanti esperimenti di Fisica e Astrofisica

Curricula di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Gli esperimenti scientifici di successo in fisica e astrofisica richiedono spesso la progettazione e la fabbricazione di dispositivi prototipali con prestazioni straordinarie. Per raggiungere questi obiettivi ambiziosi, è fondamentale combinare competenze trasversali che spaziano dalla meccatronica alla fisica. Questo implica non solo la padronanza delle tecniche di progettazione meccanica avanzata, ma anche una profonda comprensione dei principi fisici che governano il funzionamento dei dispositivi. In particolare, la capacità di eseguire analisi strutturali dettagliate mediante calcoli FEM (Finite Element Method) diventa cruciale per garantire l'affidabilità e l'efficacia dei prototipi sviluppati.

Un esempio di queste complesse apparecchiature è l'Einstein Telescope, un osservatorio di onde gravitazionali di terza generazione progettato per migliorare sensibilmente la nostra capacità di rilevare e studiare questi fenomeni cosmici. Un altro esempio è il reattore a fusione nucleare, una tecnologia avanzata che mira a riprodurre i processi che avvengono nel cuore delle stelle per generare energia in modo pulito e sostenibile. La complessità di tali sistemi richiede figure professionali adeguatamente formate per trovare soluzioni tecnologiche innovative a problemi specifici.

Una possibile tematica di dottorato in questo ambito richiede un approccio Integrato di Meccatronica e Analisi Strutturale". Questo progetto di ricerca si concentra su:

1. **Progettazione Meccanica Avanzata:** Sviluppo di metodologie innovative per la progettazione di dispositivi sperimentali, con un focus sulla ottimizzazione e l'integrazione di funzionalità multiple.
2. **Analisi Strutturale:** Applicazione di tecniche di calcolo FEM per valutare la resistenza, la deformazione e le prestazioni complessive dei prototipi sotto varie condizioni operative.
3. **Interdisciplinarietà:** Integrazione delle conoscenze di meccatronica, fisica e ingegneria dei materiali per ottimizzare il design e la funzionalità dei dispositivi.
4. **Sperimentazione e Validazione:** Realizzazione di prototipi e loro validazione sperimentale in laboratorio, con particolare attenzione alle applicazioni in fisica e astrofisica.
5. **Innovazione Tecnologica:** Esplorazione di nuove tecnologie e materiali avanzati per migliorare le prestazioni dei dispositivi, ad esempio utilizzando sensori di ultima generazione, attuatori ad alta precisione e materiali intelligenti.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

L'obiettivo finale di questo progetto di dottorato è di formare esperti capaci di coniugare teoria e pratica, sviluppando soluzioni tecnologiche avanzate per la ricerca scientifica. Questi esperti sono in grado di affrontare le sfide complesse poste dagli esperimenti di fisica e astrofisica moderna, contribuendo in modo significativo al progresso delle conoscenze in questi campi.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

La tematica proposta ricade in una più ampia collaborazione tra il gruppo di ricerca del prof. Esposito con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) sezione di Napoli e l'Università di Trento. La collaborazione con l'Università di Trento è attiva per lo svolgimento del progetto PRIN dal titolo ADaptive OPTics for Asymmetric light shaping in gravitational wave detectors (ADOPTA). Presso la sezione INFN di Napoli la collaborazione riguarda lo studio e prototipazione di una Nuova Generazione di Super Attenuatori (NGSA) per gli interferometri di terza generazione. In base alle necessità il dottorando potrà usufruire di attrezzature, software e lavoratori dei tre enti interessati alla tematica.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Le collaborazioni internazionali e la partecipazione dell'INFN a consorzi internazionali sono utili a creare occasioni per il dottorando di trascorrere un periodo di formazione all'estero per approfondire le tematiche specifiche.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Giovanni Filippone

Progetto proposto in collaborazione con il Centro Italiano Ricerche Aerospaziali (CIRA) nell'ambito del DM630 - Dottorati Innovativi cofinanziati da Aziende/Enti di Ricerca

Tematica di ricerca proposta: Sviluppo di coating polimerici nanostrutturati a basso impatto ambientale per applicazioni aerospaziali

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) La formazione di ghiaccio che avviene in atmosfera fredda ed umida può rappresentare un pericolo per la sicurezza del volo. La formazione del ghiaccio sulla superficie di un velivolo altera il flusso aerodinamico provocando una riduzione della portanza ed un aumento della resistenza in cui il velivolo non può più manovrabile. Al fine di ridurre la formazione del ghiaccio e quindi la pericolosità dello stesso, si è soliti ricorrere a due sistemi di protezione, quello anti-icing, che previene la formazione del ghiaccio, e quello di de-icing, che stacca il ghiaccio una volta formatosi. L'obiettivo del presente progetto di ricerca è quello di sviluppare, ottimizzare e validare coating nanostrutturati per applicazioni aerospaziali, con riferimento alle proprietà funzionali di anti-icing e de-icing. Il progetto di dottorato si articola in 5 fasi principali:

- a) Indagine sugli attuali modelli e soluzioni tecnologiche utilizzate per il de-icing and anti-icing
- b) Progettazione dei coating, selezione delle materie prime sulla base delle informazioni derivanti dalla analisi dei benchmark e preparazione dei coating nanostrutturati
- c) Caratterizzazione strutturale e validazione funzionale dei coating nanostrutturati
- d) Scale-up del processo ottimizzato
- e) Comparazione della nuova tecnologia sviluppata con i benchmark

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Le attività di ricerca saranno svolte nell'ambito dei laboratori di ricerca del DICMaPI e del CIRA che sono ampiamente attrezzati per lo svolgimento delle attività programmate sia per la preparazione/sintesi dei nuovi materiali che per la loro caratterizzazione.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....).

L'attività di ricerca verrà svolta mediante sinergica collaborazione tra Università ed Impresa. In particolare, il/la dottorando/a svolgerà presso l'azienda periodi continuativi di attività (I e II anno, almeno 12 mesi). È altresì previsto un periodo da svolgere presso Università straniera (III anno, 6 mesi), da selezionare in base ai risultati ottenuti nei primi due anni di ricerca, ed in particolare presso gruppi di ricerca esperti nello sviluppo di formulazioni per coating self-healing e/o presso gruppo di ricerca specializzati nella funzionalizzazione di nanoparticelle.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Prof. GALLO MOSE'

Dott. CONVERSO GIUSEPPE

Tematica di ricerca proposta:

Sviluppo di modelli operativi che implementino i concetti di sostenibilità e circolarità nell'ambito delle supply chain del settore tessile, e che sfruttino le recenti tecnologie in materia di recupero dei materiali e che supportino il governo dei processi produttivi, dalla configurazione fino alla pianificazione di breve termine, anche tramite le soluzioni tecnologiche messe a disposizione dal paradigma "Industry 4.0".

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Il settore tessile sta affrontando una significativa trasformazione verso la circolarità e la sostenibilità dei propri processi produttivi. Tale obiettivo può essere perseguito, sia sviluppando strategie di "reverse logistics" anche integrando paradigmi produttivi innovativi come quello "Industria 4.0", sia sviluppando ed implementando nuovi modelli di circolarità "a filiera corta", di natura intra- ed inter-distrettuale. I principali ambiti, in cui si riscontrano processi di trasformazione (sebbene ancora allo stato embrionale) determinati dal nuovo orientamento produttivo, includono:

- Design per la Durabilità: sviluppo di prodotti tessili a maggiore durata e che sono facili da riparare e riciclare.
- Materiali Riciclati e Biodegradabili: Per esempio, il poliestere riciclato da bottiglie di plastica e fibre biodegradabili come il Tencel.
- Analisi del Ciclo di Vita del Prodotto: Analisi del ciclo di vita per valutare e possibilmente ridurre l'impatto ambientale di un prodotto "from cradle to grave" (dalla produzione allo smaltimento).
- Modelli di pianificazione della produzione industriale: sviluppo di modelli integrati tra i vari attori di filiera e che includono le retroazioni sistemiche generate dai nuovi paradigmi produttivi.

In una sorta di fenomeno autoindotto, il mutamento della *vision* industriale sta determinando forti spinte all'innovazione in termini tecnologici, di politiche regolatorie, di interazioni di filiera e di distretto, ma anche e soprattutto di nuove logiche di governo della produzione che, a loro volta, rendono possibile l'evoluzione del paradigma produttivo in grado di far cogliere al settore tessile significativi risultati verso la riduzione dell'impatto ambientale e il miglioramento delle condizioni di lavoro lungo tutta la filiera produttiva.

In tale contesto l'obiettivo della ricerca consisterà nell'analizzare ed approfondire l'intima essenza induttivo-evolutiva del rapporto esistente tra la pianificazione della produzione industriale, da un lato e le nuove *vision* su circolarità, recupero, abbassamento degli impatti ambientali e dei rischi operativi, che caratterizzano il settore tessile, al fine di armonizzarne e, soprattutto, ottimizzarne i processi produttivi contribuendo significativamente ad innalzarne efficacia ed efficienza.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

In coerenza con tale obiettivo generale, la ricerca si concentrerà sull'elaborazione, la verifica (elaborata a partire dalle evidenze industriali di settore, raccolte dal vero) ed il rilascio conclusivo, di opportuni modelli matematici in grado di guidare il processo decisionale. Detti modelli, sviluppati anche ricorrendo ai più avanzati strumenti di Intelligenza Artificiale, saranno almeno validati (ove non possibile sul campo) con metodica simulativa.

Il programma, vedrà una fase preliminare, in cui saranno puntualmente e integralmente studiate le tematiche scientifiche emergenti per il settore, mediante approfondita ricerca bibliografica che, sebbene mai interrotta per tutto il corso triennale della ricerca, si concentrerà nei primi dieci/dodici mesi del programma.

Successivamente saranno analizzate le metodiche modellistiche più idonee per affrontare le “*research question*” emerse dalla precedente fase di studio.

Parallelamente sarà avviata una fase di raccolta dati sul campo tra i soggetti industriali operanti nei distretti produttivi più vicini ed interessati alle finalità dell'attività di ricerca.

La fase di elaborazione del modello caratterizzerà il quarto ed il quinto semestre dell'intero percorso, mentre l'ultimo semestre sarà dedicato alla implementazione del modello, alla sua validazione e, soprattutto, all'analisi dei risultati ottenuti.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Le attività di ricerca potrebbero essere svolte in collaborazione con l'Università di Parma nella persona del Prof. Giovanni Romagnoli, principal investigator del progetto PRIN “Sustainable Textile - SusTex: exploring and adapting good practices for valorizing wastes in the textile and apparel supply chain” – CUP D53D23011410006”, che ha obiettivi complementari a quelli del presente progetto, e con aziende Campane operanti nel settore tessile. Allo stesso modo, sebbene con finalità differenti, nello specifico rivolte ad indagare le potenzialità dei modelli da implementare rispetto alle tematiche di circolarità tra settori produttivi affini (industria conciaria), parte delle attività scientifiche potrebbero essere svolte in collaborazione con le strutture di ricerca accademiche ed industriali, coordinate presso il MICS nell'ambito del progetto PNRR “Made in Italy Circolare e Sostenibile - MICS _ PNRR MUR _ M4C2 _ I 1.3” – CUP E63C22002130007– Codice del progetto: PE00000004 - Spoke 7

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Al momento non è previsto alcun periodo all'estero ma, in considerazione dell'interesse che la “*research question*” riveste soprattutto in ambito europeo, non si esclude questa possibilità condizionata alla disponibilità di enti di ricerca interessati allo sviluppo del progetto.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Andrea Grassi

Tematica di ricerca proposta:

Ottimizzazione del coordinamento nella Supply Chain attraverso la riduzione dell'asimmetria informativa, utilizzando modelli avanzati e simulazioni software

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto:

Il progetto di ricerca proposto è rivolto al miglioramento del coordinamento nella Supply Chain per ridurre l'asimmetria informativa, focalizzandosi sull'interazione tra gli attori a livello operativo piuttosto che strategico. L'obiettivo principale è sviluppare nuovi modelli e algoritmi che permettano di affrontare questa problematica in un orizzonte temporale esteso e dinamico.

Stato dell'Arte

Attualmente, la Supply Chain si trova in un contesto dinamico e complesso, dove la variabilità della domanda e la necessità di personalizzazione richiedono risposte rapide e strategie integrate tra i vari livelli della catena. Tuttavia, l'asimmetria informativa tra i diversi attori può portare a decisioni non ottimali, a causa della mancanza di trasparenza e della volontà di alcuni attori di trattenere informazioni rilevanti. Studi precedenti hanno proposto vari meccanismi di coordinamento per mitigare questi effetti, ma spesso si basano su assunzioni semplificate che non riflettono adeguatamente la complessità e la dinamica della realtà operativa.

Programma di Ricerca

Il progetto si articolerà in quattro fasi principali:

1. **Analisi della Letteratura:** Verranno esaminate le ricerche esistenti sull'asimmetria informativa e i meccanismi di coordinamento, focalizzandosi su quelli che possono essere applicati a contesti operativi dinamici.
2. **Sviluppo di Nuovi Modelli:** Saranno proposti modelli che incorporino variabilità e dinamiche temporali, per analizzare le interazioni tra i soggetti e le loro decisioni in scenari cooperativi e non.
3. **Validazione dei Modelli:** I nuovi modelli saranno testati attraverso simulazioni e sperimentazioni pratiche per valutare la loro efficacia nel migliorare le performance della Supply Chain.
4. **Disseminazione dei Risultati:** I risultati saranno pubblicati in riviste accademiche e presentati in conferenze per stimolare ulteriori ricerche e applicazioni pratiche.

Obiettivi

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Il progetto mira a:

- Ridurre l'asimmetria informativa attraverso l'elaborazione di nuovi meccanismi di coordinamento che incentivino la condivisione onesta delle informazioni.
- Migliorare la capacità di adattamento della Supply Chain ai cambiamenti del mercato e alle interruzioni, attraverso un approccio di coordinamento più flessibile e reattivo.
- Generare conoscenze che possano essere generalizzate per applicazioni in diversi contesti di Supply Chain, contribuendo così a una gestione più efficiente e trasparente della catena di fornitura globale.

Questo approccio innovativo non solo affronta le limitazioni dei modelli attuali, ma offre anche una prospettiva nuova per il miglioramento continuo delle performance e della competitività nel lungo periodo.

Laboratori e Strumentazioni

Laboratori Virtuali di Simulazione: Saranno utilizzati per condurre esperimenti in un ambiente controllato e replicabile. Questi laboratori sono essenziali per testare i modelli di Supply Chain in scenari variabili e per valutare l'efficacia dei nuovi meccanismi di coordinamento proposti.

Software e Piattaforme

AnyLogic e AnyLogistix: Questi software di simulazione avanzata permettono la modellazione di sistemi complessi e la simulazione di processi logistici e di supply chain. AnyLogic supporta la programmazione in Java, che facilita la personalizzazione degli scenari di simulazione secondo le necessità specifiche del progetto.

Ambiente di Sviluppo Visual Studio: Utilizzato per la programmazione in Python, questo ambiente di sviluppo integrato (IDE) supporta la scrittura, il debug e il testing del codice. Visual Studio sarà impiegato per sviluppare algoritmi che analizzano i dati raccolti e per programmare i modelli di interazione dinamica tra gli attori della Supply Chain.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Prof. Langella Antonio

Tematica di ricerca proposta:

Tecnologie additive metalliche per il settore aerospaziale

Il progetto si inserisce nell'ambito del D.M. n. 630 del 24.04.2024 in collaborazione con il CIRA SCpA (Centro di Ricerche Aerospaziali)

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) max 500 parole

Il progetto di propone di studiare il processo di fabbricazione mediante tecnologie additive di materiali speciali quali i materiali a memoria di forma per applicazioni nel settore aerospaziale. Le leghe a memoria di forma rappresentano una classe di materiali innovativi che offrono proprietà uniche quali il recupero della forma per effetto del semplice riscaldamento (Effetto a Memoria di Forma) oppure la capacità di presentare grandi deformazioni senza alcuno snervamento (Superelasticità). Nell'ambito di questa classe di materiali si valuterà la possibilità di stampare Nitinol (lega di Nichel e Titanio) con tecnologie EBM.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

L'attività sarà svolta secondo il seguente piano formativo:

- 12 mesi presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale dove saranno svolte prevalentemente attività di approfondimento teorico/scientifico e di caratterizzazione dei materiali ed elementi realizzati nelle fasi sperimentali;
- 18 mesi presso le strutture del CIRA SCpA in Capua (Ce) in cui saranno utilizzate macchine per tecnologie additive per EMB disponibili per le fasi sperimentali.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il periodo che sarà svolto presso strutture di ricerca estere è di 6 mesi. La struttura sarà individuata in seguito.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Valentina Lopresto
Advanced Tools and Mouldes S.r.l. (ATM S.r.l.)

Tematica di ricerca proposta:

Materiali Compositi Innovativi realizzati con resine termoplastiche per applicazioni industriali Studio teorico e sperimentale dei processi di termoformatura e giunzione di compositi a matrice termoplastica e dei loro processi di riutilizzo e riciclo

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Il progetto di ricerca riguarderà la fabbricazione di pannelli fibrorinforzati in resina termoplastica per applicazioni industriali e la successiva termoformatura e giunzione. I processi di riutilizzo e riciclo dei materiali utilizzati rappresentano un aspetto importante della ricerca. Lo studente collaborerà alla caratterizzazione chimico-fisica dei materiali e svilupperà conoscenze sui compositi. Le caratterizzazioni sperimentali saranno supportate dalle strutture interne. ATM collabora con Università e centri di ricerca della Regione Campania che arricchiranno l'esperienza dello studente. I compositi termoplastici rispondono oggi alla necessità di promuovere la sostenibilità. La domanda di compositi termoplastici è, infatti, in continuo aumento perché offrono molti vantaggi rispetto ai loro omologhi termoindurenti, come elevata tenacità, lunghi tempi di stoccaggio, facilità di riparazione e riciclaggio e possibilità di essere termoformati e termosaldati. Tuttavia, la produzione di parti in composito termoplastico richiede temperature di lavorazione elevate e attrezzature costose. Questi problemi possono essere superati mediante un processo reattivo in cui una preforma fibrosa viene prima impregnata con un precursore mono- o oligomero a bassa viscosità e la polimerizzazione della matrice termoplastica avviene quindi in situ. I materiali termoplastici reattivi acrilici per la produzione di compositi termoplastici mediante stampaggio liquido sono già stati utilizzati con successo. Lo scopo dell'attività è quello di indagare l'idoneità di tale materiale in rilevanti applicazioni industriali. Quanto fatto finora è infatti a livello di laboratorio e il fattore di scala nonché la validazione industriale dovuta alle particolari esigenze delle industrie rappresentano un aspetto importante da affrontare.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

ATM e DICMAPI sono dotati di tutte le strutture operative e scientifiche necessarie allo sviluppo della tematica proposta. In particolare in ATM sono disponibili tutte le più comuni tecnologie di fabbricazione per ottenere laminati compositi di alta qualità ed i programmi FEM per la simulazione dei processi.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Verranno trascorsi almeno 6 mesi all'estero a seconda dello sviluppo del progetto e dei suoi risultati presso uno dei clienti industriali di ATM maggiormente interessato ai risultati ottenuti e allo sviluppo

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

della tematica

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Pier Luca Maffettone
3DnA

Tematica di ricerca proposta: Caratterizzazione del processo di stampa 3D di schiume polimeriche per lo sviluppo di materiali funzionali, ecocompatibili e ad alto valore tecnologico per i vari settori dell'industria

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica
Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

La stampa 3D di schiume polimeriche ha attirato un'attenzione significativa in molteplici studi di ricerca recenti, in quanto rappresenta un processo tecnologicamente avanzato i cui prodotti garantiscono buon isolamento acustico e termico, leggerezza e alta resistenza specifica [1,2,3].

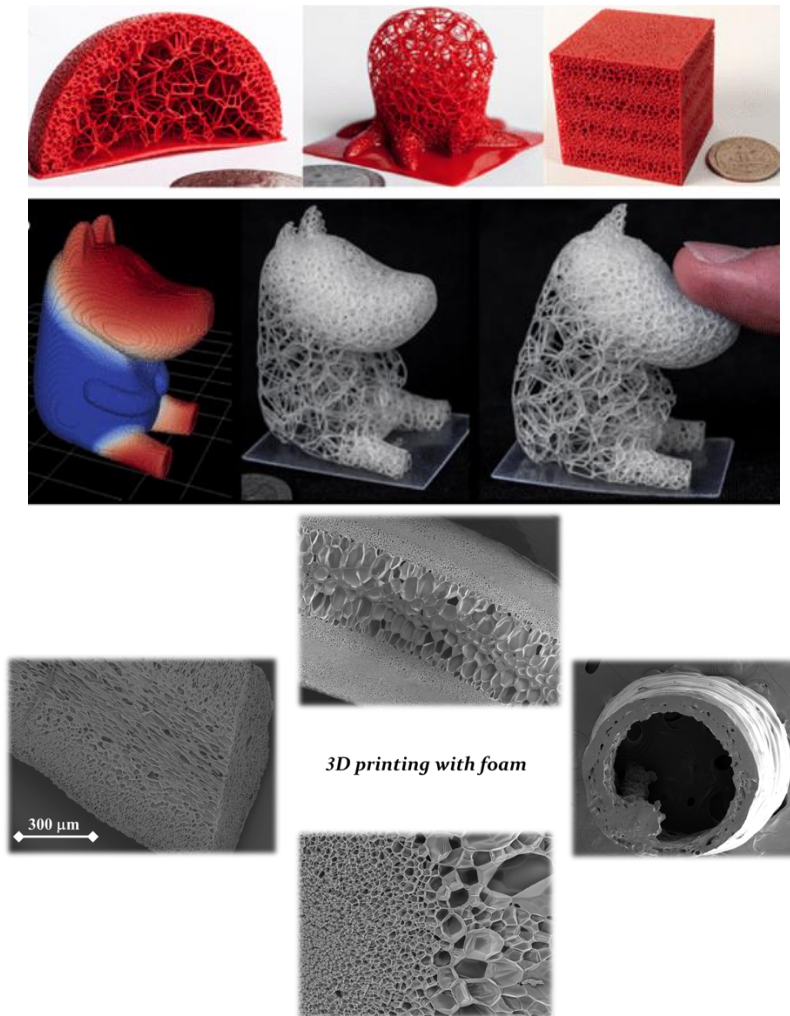
Si tratta di una tecnica emergente che unisce i vantaggi dell'additive manufacturing (risparmio di materiale, flessibilità progettuale e costi contenuti) con quelli della schiumatura (bassa densità, stabilità dimensionale e maggiore funzionalità) [3,4,5]. Questa combinazione permette la produzione di materiali polimerici cellulari a matrice periodica definita, ottimizzata per le specifiche applicazioni di interesse come realizzazione di strutture isolanti, packaging per alimenti e componenti per processi chimici [2,3,4,6,7].

Recentemente, l'attenzione si è spostata verso materiali ecocompatibili e processi di produzione sostenibili. Schiume polimeriche basate su materiali biodegradabili o derivati da fonti rinnovabili rappresentano una soluzione promettente [1,7,8].

Attualmente le schiume vengono stampate in 3D ma senza una metodologia specifica e degli standard che possano permettere un controllo delle dimensioni e delle caratteristiche termomeccaniche finali (e.g., rigidità, resistenza, trasporto termico). La modellazione e la caratterizzazione precisa di questi materiali in contesti di stampa 3D, infatti, richiedono ulteriori sviluppi per ottimizzare le proprietà del prodotto finale e garantirne la fattibilità economica e ambientale.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL



Il progetto di ricerca si articolerà in tre fasi principali:

1. Selezione e preparazione dei materiali:

- Identificazione di polimeri derivati da fonti rinnovabili e non, adatti per la stampa 3D.
- Approfondimento scientifico sugli stadi di estrusione del filamento e solubilizzazione in pressione.
- Produzione di schiume polimeriche ottenute attraverso l'integrazione di agenti espandenti ecocompatibili.

2. Caratterizzazione e valutazione delle proprietà:

- Caratterizzazione delle proprietà meccaniche, termiche e strutturali delle schiume stampate.
- Valutazione della biodegradabilità e dell'impatto ambientale dei materiali sviluppati.
- Confronto delle prestazioni delle schiume ecocompatibili con quelle delle schiume tradizionali in termini di resistenza, densità e durabilità.

3. Sviluppo di una metodologia di controllo, previsione e ottimizzazione delle proprietà delle schiume polimeriche:

- Analisi dei parametri chiave e delle condizioni operative del sistema di stampa 3D.
- Utilizzo di strumenti di simulazione numerica per prevedere il comportamento del polimero durante la transizione di fase.
- Ottimizzazione dei parametri di stampa (e.g., temperatura, velocità di estrusione, pattern di deposizione) per garantire la riproducibilità del processo e le funzionalità desiderate dei prodotti ottenuti.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

L'obiettivo principale del progetto sarà l'elaborazione di una metodologia che permetta di controllare la morfologia cellulare, la densità e, di conseguenza, le proprietà della schiuma polimerica prodotta, utilizzando la tecnologia di stampa 3D a filamento (FDM).

Studi di profilazione e calibrazione di stampa 3D, unitamente alla definizione di parametri e componenti di stampa ottimali, saranno elementi fondamentali per lo sviluppo di materiali funzionali all'avanguardia.

Inoltre, ci si propone di garantire che le schiume polimeriche, in particolare quelle ecocompatibili ed ecosostenibili, ottenute da questo processo innovativo offrano proprietà comparabili o superiori rispetto a quelle ottenute utilizzando tecniche convenzionali.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Attrezzature in 3DnA:

- Microscopio digitale e a scansione elettronica
- Stampanti 3D (FDM, FFF)
- Software: Materialize, nTopology, CATIA

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca...)

Il dottorando potrà svolgere una parte complementare delle attività sperimentali di stampa 3D dei manufatti stampati presso l'Innovation Center di Materia Nova dell'Università di Mons (<https://web.umons.ac.be/materiaux/en/materia-nova/>), in Belgio, sotto la guida del professore Jean Marie Raquez. Inoltre, il dottorando potrà svolgere una parte delle attività di caratterizzazione sulle strutture stampate presso l'Università di Bath (<https://researchportal.bath.ac.uk/en/>) nel Regno Unito, sotto la guida del professore Davide Mattia (<https://researchportal.bath.ac.uk/en/persons/davide-mattia>).

References

- [1] Tuan D Ngo et al. "Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges". In: Composites Part B: Engineering 143 (2018), pp. 172–196.
- [2] Mohammadreza Nofar et al. "Foam 3D printing of thermoplastics: a symbiosis of additive manufacturing and foaming technology". In: Advanced Science 9.11 (2022), p. 2105701.
- [3] Daniele Tammaro, Ernesto Di Maio, and Pier Luca Maffettone. "3D foam printing by physical blowing agent". In: AIP Conference Proceedings. Vol. 2607. 1. AIP Publishing. 2023.
- [4] Daniele Tammaro, Massimiliano Maria Villone, and Pier Luca Maffettone. "Microfoamed strands by 3D foam printing". In: Polymers 14.15 (2022), p. 3214.
- [5] Matteo Gregorio Modesto Marascio. "3D Printing and Supercritical Foaming of Hierarchical Cellular Materials". Tech. rep. EPFL, 2018.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

[6] D. Flagiello et al. “Performances of a Y-type structured packing produced by 3D foam-printing for the intensification of gas absorption processes”. In: *Chemical Engineering Research and Design* 195 (2023), pp. 637–650.

[7] Faba S. et al., “Foaming of 3D-Printed PLA/CaCO₃ Composites by Supercritical CO₂ Process for Sustainable Food Contact Materials” (2024), *Polymers*, 16, 798.

[8] Litauszki et al., “Environmentally friendly packaging foams: Investigation of the compostability of poly (lactic acid)-based syntactic foams” (2024), *Sustainable Materials and Technologies*.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente: Pier Luca Maffettone
FATER S.p.A.

Tematica di ricerca proposta:

Creazione di versioni virtuali di impianti industriali da utilizzare come strumento di Modelling&Simulation

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica
Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) Le fasi finali di industrializzazione dei prodotti liquidi negli impianti Fater prevedono, di norma, l'esecuzione di prove fisiche su impianti per valutare come le variazioni operative della linea impattino sul suo funzionamento. Il progetto di dottorato ha lo scopo di sviluppare dei Digital Twin - intesi come fedeli copie virtuali di impianti produttivi esistenti con, all'interno, modelli matematici di fluidodinamica, trasporto di calore e di materia.

I processi per i quali verranno sviluppati i gemelli digitali sono:

- miscelatori statici
- problemi di superficie libera nei serbatoi per addizione in sequenza
- Miscelatori batch ed in continuo con agitazione meccanica
- Miscelatori batch con agitazione a gorgogliamento d'aria
- Sistemi continui con miscelatori statici
- Sistemi continui con miscelatori dinamici
-

Questo permetterebbe all'azienda di ottenere numerosi vantaggi:

- ridurre notevolmente i costi associati ai progetti: l'esecuzione di prove fisiche richiede il fermo produttivo per il tempo necessario alle prove con conseguente perdita di produttività; l'entità del risparmio può raggiungere l'ordine di grandezza del milione di euro
- velocizzare l'esecuzione delle prove che, avvenendo nel Digital Twin, possono essere accelerate focalizzandosi soltanto sulla fase di processo interessante riducendo i tempi di esecuzione anche di mesi
- valutare diversi scenari di esecuzione tramite modifiche virtuali dell'impianto che non si potrebbero realizzare nelle prove fisiche
- poter eseguire prove sul Digital Twin renderebbe più efficace anche il processo di scaling up delle produzioni, avendo un feedback sulla scala pilota più immediato

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

In azienda:

- utilizzo dei laboratori di formulazione/testing/analisi: circa 2500mq attrezzati con apparecchiature all'avanguardia
- impianto pilota, 550mq allestiti come scale down degli impianti di produzione

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI
Ciclo XL

- accesso agli impianti produttivi sia a scopo conoscitivo che per testare case studies

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

N.A.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Prof. Giuseppe Mensitieri

Prof. Giuseppe Milano

Tematica di ricerca proposta:

Modelli multiscala per lo studio del processo "Grafting-to" per la produzione di "Brush" polimeriche funzionalizzate

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

max 500 parole

Le "brush" polimeriche sono nanostrutture costituite da catene polimeriche ancorate ad un substrato solido attraverso un legame covalente o non-covalente. Queste strutture hanno caratteristiche accattivanti (ad esempio in ambito sensoristica) per la funzionalizzazione di superfici per applicazioni che vanno dall'elettronica alla medicina.

Da questo punto di vista, svariati materiali polimerici come omopolimeri, copolimeri a blocchi e polielettroliti sono stati utilizzati con successo nella preparazione di "brush" polimerici per funzionalizzare le superfici.

I "brush" polimerici possono essere preparati attraverso due processi: "Grafting-from" e "Grafting-to". Nel primo processo la funzionalizzazione della superficie include gruppi chimici che favoriscono la polimerizzazione delle catene a partire dal substrato. Nel secondo la catena viene sintetizzata prima di farla reagire con la superficie. Quest'ultimo processo è più indicato per applicazioni in cui è fondamentale controllare altezza della "brush" e riproducibilità del processo (es., fotonica e nanolitografia [1])

Il meccanismo principale che regola la morfologia durante la formazione delle "brush" polimeriche nel caso del processo "Grafting-to" sono: (a) reazione di ancoraggio limitata dalla diffusione, poiché il formarsi della "brush" ostacola sempre di più la diffusione delle catene polimeriche non reagite lungo la "brush" per raggiungere il sito reattivo sul substrato; (b) l'arricchimento in fase "brush" di catene a più basso peso molecolare a causa della loro più alta diffusività e minore perdita entropica (dovuta allo stiramento della catena in fase "brush") rispetto ai polimeri con peso molecolare più alto.

Solo un approccio combinato basato su simulazioni molecolari e modelli di termodinamica statistica possono fornire una visione dei meccanismi a livello molecolare del processo di aggraffaggio delle catene polimeriche su superficie per controllare le proprietà del sistema.

Il progetto consiste nella messa a punto di un modello che comprenda: (i) un approccio combinato basato su metodi Monte Carlo reattivo nell'insieme Gran Canonico [2] e simulazioni di dinamica molecolare di tipo "coarse-grain" per studiare le proprietà di equilibrio di "brush" con distribuzione di pesi molecolari bimodali; (ii) approcci di termodinamica statistica "self-consistent" basati su modelli a reticolo comprimibile (tipo modello di Sanchez-Lacombe) [3] saranno implementati per descrivere la topologia macroscopica delle catene polimeriche con differente flessibilità in fase

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

“brush”. A valle dell’approccio teorico, i risultati del modello (es., densità di catene aggraffate e altezza di “brush” media) verranno validati con dati sperimentali sia già disponibili in letteratura che su dati ottenuti da sistemi appositamente sintetizzati.

- [1] Goldmann, A. S.; Boase, N. R.; Michalek, L.; Blinco, J. P.; Welle, A.; Barner-Kowollik, C. (2019). Adaptable and reprogrammable surfaces. *Advanced Materials*, 31, 1902665.
- [2] Brondi, C.; Baldanza, A.; Chiarcos, R.; Laus, M.; Scherillo, G.; Mensitieri, G.; Milano, G. (2024). Partition by Molecular Weight of Polymer Brushes: a Combined Reactive Grand Canonical Monte Carlo and Self-Consistent Field Investigation of Grafting to Processes. *Polymer*, 294, 126737.
- [3] Lakkas, A. T.; Sgouros, A. P.; Theodorou, D. N. (2019). Self-Consistent Field Theory Coupled with Square Gradient Theory of Free Surfaces of Molten Polymers and Compared to Atomistic Simulations and Experiment. *Macromolecules*, 52, 5337–5356.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell’attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Le attività verranno svolte tramite l’ultizzo di un “cluster” di calcolatori in parallelo disponibili presso il Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMaPI). In particolare, le simulazioni verranno svolte mettendo a punto dei modelli di dinamica molecolare tramite l’utilizzo di codici sviluppati per i software Gromacs ed OCCAM. Per quanto concerne i modelli di termodinamica statistica, i codici dei modelli teorici verranno sviluppati in ambiente Matlab. I risultati sperimentali richiesti per la validazione dei risultati teorici verranno prodotti in collaborazione con il gruppo del prof. Michele Laus (Università del Piemonte Orientale - Italia).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all’estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Prof. Tullio Monetta

Tematica di ricerca proposta:

Rivestimenti di leghe di metalli leggeri mediante ossidazione elettrolitica al plasma (PEO)

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

I metalli leggeri quali Al, Ti, Mg, trovano applicazioni sempre più diversificate nei settori dell'elettronica, dell'aeronautica, aerospaziale e meccanica, grazie al favorevole rapporto tra caratteristiche meccaniche e massa della sostanza, anche in relazione al risparmio energetico consentito del loro utilizzo, nel caso di impiego in autovetture, aerei, treni, etc.. Essi richiedono un'accurata finitura superficiale per garantirne la durabilità e le prestazioni in esercizio.

L'ossidazione elettrolitica al plasma (PEO), nota anche come micro-arco di ossidazione (MAO), è una tecnologia di rivestimento superficiale che produce strati ceramici multipli sulla superficie di metalli leggeri, metalli valvola e loro leghe. Lo strato esterno poroso del rivestimento consente l'impregnazione di diverse sostanze, personalizzando così le caratteristiche prestazionali del rivestimento stesso. I rivestimenti superficiali formati attraverso l'ossidazione elettrolitica al plasma offrono livelli di durezza da due a quattro volte superiori a quelli ottenuti con l'anodizzazione dura. Il processo PEO utilizza un bagno elettrolitico composto da una soluzione acquosa diluita, con l'aggiunta di altri composti chimici a seconda delle proprietà del rivestimento superficiale che si intendono ottenere. Nella tecnica PEO viene applicata una elevata differenza di potenziale, in genere compresa tra 200 e 600 V, che provoca scariche di plasma sulla superficie del substrato da modificare. Il plasma, a sua volta, crea le condizioni di alta temperatura e pressione che determinano la formazione di un ossido prevalentemente cristallino sul substrato di metallo. Il Plasma Electrolytic Oxidation, utilizzato in condizioni di elevata differenza di potenziale, pulsata, bidirezionale, al variare del duty cycle, è una tecnica di modifica superficiale sviluppata di recente. La variazione dei parametri di processo permette di progettare rivestimenti che mostrano specifiche caratteristiche microstrutturali, di composizione chimica, spessore, velocità di accrescimento, di porosità, etc., che determinano le caratteristiche chimico/fisiche della superficie in termini di morfologia, composizione, reattività, biocompatibilità, caratteristiche meccaniche, etc, con la possibilità di controllare il grado di porosità dello strato formato. Un approccio innovativo consiste nell'introdurre microparticelle nell'elettrolita, con l'obiettivo di incorporarle in situ nei rivestimenti PEO durante la crescita. Queste sostanze possono determinare una variazione della durezza dello strato, della sua resistenza a corrosione, etc., a seconda dell'applicazione prevista.

Nell'ambito delle attività previste dal progetto si intende studiare l'effetto dei parametri di processo sul comportamento strutturale, morfologico e di resistenza a degrado di rivestimenti di ossido ceramico sviluppati mediante (PEO) generati in CC ed in AC su leghe leggere, in particolare di magnesio e titanio, in relazione al potenziale applicato, al duty cycle ed alla composizione chimica

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

dell'elettrolita utilizzato contenente micro-particelle con l'obiettivo di incorporarle in situ nei rivestimenti PEO durante la crescita.

L'attività finora svolta ha riguardato l'utilizzo delle leghe di magnesio in ambiente biologico. Il magnesio e le sue leghe sono caratterizzati da una scarsa resistenza alla corrosione in tale ambiente; questa caratteristica può essere sfruttata per realizzare dispositivi medici riassorbibili. Lo scopo del lavoro è stato focalizzato sulla progettazione di dispositivi in grado di controllare la cinetica di degradazione della lega con una velocità paragonabile a quella di crescita del tessuto ospite (osso). Per raggiungere questo obiettivo, sono stati utilizzati rivestimenti costituiti da uno o più strati composti da ossido ottenuto tramite PEO additivati con opportuni composti chimici. I risultati ottenuti hanno dimostrato che è possibile progettare rivestimenti che sono in grado di controllare la cinetica di degrado del substrato.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il laboratorio di Trattamenti Superficiali dei Materiali del DICMAPI è attrezzato con moderne apparecchiature per la modifica e caratterizzazione delle superfici dei materiali, quali: celle elettrochimiche a temperatura controllata, generatore di tensione/corrente DC 600V/5.5A, generatore di tensione/corrente AC 600V/5.5A con duty cycle programmabile, microscopio digitale, microscopio a scansione elettronica SEM con sonda EDX e EBDS, metallizzatore con target al Pt per provini (SEM), troncatrice metallografica, lappatrice automatica, potenziostati/galvanostati in DC e in AC, Electrochemical Interface per EIS, elettrometri, spessimetri Induzione magnetica (Fe) & correnti parassite (NFe), pull-off adhesion tester, misuratore angolo di contatto automatico, calorimetro a scansione differenziale (DSC), micro-Ohmmetro per misure di resistenza elettrica di superficie.

Collaborazioni sono in atto con il IPCB- CNR di Pozzuoli, Università di Manchester e Biocera Medical Limited (UK) con la quale il DICMAPI ha sottoscritto un "MUTUAL NON-DISCLOSURE AGREEMENT" nel 2021.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Nell'ambito delle attività del dottorando è previsto un periodo di ricerca presso Biocera Medical Limited (UK).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Prof. Tullio Monetta

Tematica di ricerca proposta:

Processi a ridotto impatto ambientale per il recupero dei metalli preziosi da rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)

Curriculum di riferimento:

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri
Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

I metodi convenzionali per il trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche sono quelli pirometallurgici, idrometallurgici o una loro combinazione, che possono essere applicati solo a valle di un precedente trattamento con metodi fisico-meccanici. I trattamenti idrometallurgici prevedono l'utilizzo di solventi organici oppure acidi forti in cui i metalli vengono dissolti e che, successivamente, possono essere recuperati per via chimica o elettrochimica. Quelli pirometallurgici prevedono trattamenti ad alta temperatura. Entrambi questi processi determinano un elevato impatto ambientale.

Recentemente si sta sperimentando l'utilizzo di processi solvometallurgici basati sui "Deep Eutectic Solventes" (DES). I DES sono sistemi formati da una miscela eutettica di acidi e basi di Lewis o Brønsted, essi possono essere "progettati" per ottenere solventi selettivi. I DES mostrano una bassa pressione di vapore e non infiammabilità. Dal punto di vista tossicologico, le sostanze costituenti il DES sono ben caratterizzate e non dannose per l'uomo e gli animali. I processi solvometallurgici basati sui DES, quindi, presentano un ridotto impatto ambientale.

Il presente progetto di ricerca prevede la lisciviazione dell'oro e dell'argento presente nei RAEE utilizzando i DES. Nella fase propedeutica di questa attività è previsto l'utilizzo di campioni in oro o in argento per la determinazione della cinetica del processo di dissoluzione nella soluzione di test, al variare dei parametri operativi che governano il processo, quali: la temperatura del bagno, la velocità di agitazione della soluzione, la durata del processo, etc.. In relazione a questi ultimi, si valuterà la necessità di additivare la soluzione di test con sostanze ossidanti per aumentare la cinetica del processo.

La spettrometria di massa a plasma (ICP-MS) sarà utilizzata per valutare la concentrazione dei metalli presenti in soluzione. Ciò consentirà di chiudere il bilancio di massa dei materiali utilizzati e definire il rendimento teorico del processo di lisciviazione.

Il recupero dei metalli disciolti nei DES sarà effettuato utilizzando processi elettrochimici di deposizione catodica utilizzando lo stesso solvente. La finestra di deposizione da utilizzare per la riduzione, sulla superficie del catodo, dei cationi disciolti in soluzione, saranno determinati utilizzando la Voltammetria Ciclica (CV). Lo studio dei potenziali di ossidazione e di riduzione delle singole specie nella soluzione di test sarà condotto utilizzando la soluzione campione di AuCl ed di AgCl in concentrazione pari a 0.05M oppure in quella massima ottenibile come determinato dai test

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

di lisciviazione. La velocità di scansione sarà variata tra 10 e 100 mV/s. Definite le finestre di deposizione dei vari elementi si potrà procedere al recupero dei metalli disciolti in soluzione utilizzando le soluzioni ottenute a seguito della lisciviazione dei RAEE in DES. A valle di questa fase potrà essere valutata la purezza dei metalli depositati al catodo, la cinetica del processo e si stimerà la quantità di energia impiegata in funzione della temperatura del bagno, della velocità di agitazione della soluzione nella cella elettrolitica e della distanza interelettrodica.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il laboratorio di Trattamenti Superficiali dei Materiali del DICMAPI è attrezzato con moderne apparecchiature per la modifica e caratterizzazione delle superfici dei materiali, quali: celle elettrochimiche a temperatura controllata, generatore di tensione/corrente DC 600V/5.5A, generatore di tensione/corrente AC 600V/5.5A con duty cycle programmabile, microscopio digitale, microscopio a scansione elettronica SEM con sonda EDX e EBDS, metallizzatore con target al Pt per provini (SEM), troncatrice metallografica, lappatrice automatica, potenziostati/galvanostati in DC e in AC, Electrochemical Interface per EIS, elettrometri, spessimetri Induzione magnetica (Fe) & correnti parassite (NFe), pull-off adhesion tester, misuratore angolo di contatto automatico, calorimetro a scansione differenziale (DSC), micro-Ohmmetro per misure di resistenza elettrica di superficie.

Collaborazioni sono in atto con il Politecnico di Milano e l'Università di Leuven (Olanda).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Nell'ambito delle attività del dottorando, è previsto un periodo di ricerca presso l'Università di Leuven (Olanda).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di Progetto di Dottorato

Proponente:

Prof. Teresa Murino

Tematica di ricerca proposta:

Sviluppo di modelli e soluzioni innovative per l'applicazione e l'ottimizzazione di problemi di packaging in ottica di Lean Manufacturing combinata a processi di "Industria 4.0"

Curriculum di riferimento:

Tecnologie e sistemi di produzione

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Il Lean Manufacturing, o Produzione Snella, è una metodologia di gestione aziendale focalizzata sull'eliminazione degli sprechi e sull'ottimizzazione dei processi per generare valore per il cliente. Basata sulle tecniche di produzione giapponesi, la filosofia Lean è diventata una pratica globale che ha dimostrato la sua efficacia nel migliorare l'efficienza aziendale. Le tecniche Lean non si limitano alla produzione, ma influenzano ogni aspetto dell'azienda, dalla catena di fornitura alla gestione delle risorse umane, migliorando le condizioni di lavoro, riducendo lo stress e promuovendo il lavoro di squadra e il miglioramento continuo. Parallelamente, problemi di Bin Packing rappresentano una sfida di ottimizzazione complessa, che necessitano di studi approfonditi per puntare ad una gestione sempre più snella e ottimizzata della produzione industriale. Una sottocategoria di questi problemi è rappresentata dai problemi di 3 D Bin Packing che consistono nel posizionare oggetti tridimensionali in contenitori nel modo più efficiente possibile. Il progetto in questione prevede lo studio di metodi risolutivi innovativi al problema proposto, che possano puntare all'ottimizzazione della produzione industriale sia in ottica di processi che di sostenibilità. Lo studio di questi problemi si estende anche ad ambiti come quello della logistica, i quali problemi prevedono l'ottimizzazione del carico su mezzi di trasporto al fine di gestire meglio tutte le fasi di consegna del prodotto. Riducendo al minimo il numero di contenitori e quindi il numero di veicoli necessari per il trasporto delle merci, le aziende possono ridurre i costi di spedizione e di veicoli necessari per il trasporto delle merci, e la riduzione delle emissioni.

Programma delle Attività

- Studio della letteratura dei principi del Lean Manufacturing e delle tecnologie attualmente utilizzate.
- Studio delle tecnologie di risoluzione dei problemi di Bin Packing monodimensionale, bidimensionale e tridimensionale.
- Studio dell'applicazione di queste tecnologie in letteratura e del loro impatto in ottica di ottimizzazione industriale e sostenibile
- Sviluppo di Modelli Ibridi: Integrare le tecniche Lean con approcci euristici e meta-euristici per il 3D-BPP. Questo includerà la creazione di modelli matematici che combinano la riduzione degli sprechi Lean con le strategie di packing ottimale.
- Sperimentazione e Validazione: Condurre esperimenti su dataset reali e simulati per testare l'efficacia dei modelli ibridi sviluppati. La performance sarà valutata in termini di riduzione degli sprechi, efficienza del packing e tempi di calcolo.
- Ottimizzazione Dinamica: Applicare i principi del miglioramento continuo Lean ai modelli di 3D-BPP, affinando costantemente gli algoritmi sulla base dei feedback e dei risultati sperimentali.

Obiettivi

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

- **Riduzione degli Sprechi:** Combinare i principi Lean con le tecniche di ottimizzazione del 3DBPP per minimizzare gli sprechi di spazio e risorse nei processi logistici e di produzione.
- **Sostenibilità:** Promuovere pratiche sostenibili riducendo gli sprechi e ottimizzando l'uso delle risorse, con un impatto positivo sia economico che ambientale.
- **Miglioramento Continuo:** Implementare un ciclo di miglioramento continuo che permetta di adattare e affinare costantemente le soluzioni di 3D-BPP in risposta a nuove esigenze e dati.
- **Ricerca in un Framework Internazionale:** Collaborazione con istituzioni e aziende a livello globale per condividere conoscenze, metodologie e risultati. Questo approccio internazionale favorirà lo sviluppo di soluzioni innovative e scalabili, applicabili in diversi contesti culturali e industriali. La collaborazione internazionale sarà importante per il successo del progetto, permettendo di sfruttare al massimo le best practice globali e adattarle ai contesti specifici di ricerca e aziendali.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il dottorando potrebbe avere accesso a strutture operative e scientifiche per lo svolgimento dell'attività proposta. Potrebbero essere disponibili attrezzature e software, specializzati in ottimizzazione e produzione snella. In particolare, i software utilizzati includeranno Python, Matlab e C++, fondamentali per sviluppare e testare algoritmi di ottimizzazione. Il progetto potrebbe beneficiare inoltre di collaborazioni con enti di ricerca italiani ed esteri, nonché con aziende del settore logistico e manifatturiero.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca...)

Il progetto di ricerca prevede un periodo all'estero per il dottorando, della durata di sei mesi, presso un'università di prestigio internazionale. Durante questo periodo, il dottorando collaborerà con un gruppo di ricerca specializzato in ottimizzazione e lean production. Questa esperienza permetterà di approfondire le tecniche di Lean Manufacturing e di risoluzione di problemi di packaging in ambito tridimensionale, beneficiando delle avanzate risorse scientifiche e operative dell'istituzione ospitante.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Paolo Netti/Francesco Urciulo

Tematica di ricerca proposta: Tissue fibrosis on Chip

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

I tessuti umani hanno una compromessa capacità di rigenerazione associata sia con la formazione di tessuti fibrotici che a processi di non-guarigione. La fibrosi è associata ad un processo infiammatorio che influenza la natura, la composizione, l'ammontare e la struttura della matrice extracellulare neo-sintetizzata. Stati infiammatori associati con patologie and con danni profondi della cute inducono generalmente la formazione di tessuti fibrotici caratterizzati da un impacchettamento più denso delle fibre di matrice con aumentata rigidità e ridotta idratazione. Tale assemblaggio del tessuto anomalo induce la formazione della matrice fibrotica nei distretti connettivi degli organi compromettendone le funzioni. Ad esempio la fibrosi polmonare ne riduce l'elasticità e compromette le funzionalità nello scambio di gas. La fibrosi nel tessuto epatico ne compromette l'attività metabolica, la regolazione immunitaria, le proprietà detossificanti e di drenaggio e di conservazione di vitamine. Cicatrici severe della cute portano a disfunzioni alle proprietà di termoregolazione, sensibilità, compromessa mobilità degli arti nonché forti impatti sull'estetica. Al contrario, nei pazienti diabetici lo stato infiammatorio induce una condizione di danno-permanente dove le ferite non si chiudono in quanto le cellule perdono la capacità di sintetizzare ed assemblare le componenti della matrice extracellulare. È ampiamente riconosciuto che tali modalità di rigenerazione tessutale disfunzionale sono la conseguenza di una risposta aberrante del sistema immunitario che controlla sia i processi fibrotiche che quelli relative alle ulcere croniche. Questo problema rappresenta una criticità molto importante nell'ambito socio-sanitario il che rende la comprensione meccanicistica e molecolare dei meccanismi rigenerativi tessutali una problematica più che attuale.

Recentemente i modelli tessutali ingegnerizzati 3D hanno rivoluzionato la nostra capacità di studiare tale fenomeni in vitro in contesti controllati e standardizzati mediante l'introduzione di cellule (fibroblasti) in matrici tridimensionali per simulare al meglio il contesto tessutale nativo.

Tuttavia i più sofisticati modelli attuali sono manchevoli di una matrice extracellulare funzionale, di una rete vascolare, e di una risposta immunitaria. Questa mancanza riveste u ruolo fondamentale nel volere replicare fedelmente il rimodellamento della matrice extracellulare e la su ainterazione con il sistema immunitario.

Partendo dalle esperienze del gruppo proponente in ambito di ingegneria dei tessuti, micro fabbricazione, tecnologie *organ-on-chip* e 3D bioprinting il progetto ambisce a ricreare in vitro un sistema di tessuto-on-chip immunocompetente capace di ricreare le interazioni matrice-sistema

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

immunitario-infiammazione in condizioni sia patologiche che fisiologiche. In particolare gli obiettivi principali della seguente proposta progettuale possono essere suddivisi come segue: i) fabbricazione di un modello tessutale ingegnerizzato on chip mediante l'utilizzo di tecniche avanzate di bio-fabbricazione (es. ingegneria tessutale modulare, 3D bioprinting); ii) replicare diverse condizioni patologiche integrando cellule del sistema immunitario sano o compromesso; iii) uso di tecniche avanzate di caratterizzazione basate sulla genomica e trascrittomica per esacerbare nuovi meccanismi che sottendono la rigenerazione tessutale. Tale progetto vuole quindi aprire la strada per la comprensione più ampia e profonda del ruolo della risposta infiammatoria sui meccanismi di rigenerazione per accelerare lo sviluppo di tecniche diagnostiche e di trattamenti nell'ottica della medicina personalizzata e di precisione.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto verrà svolto presso i laboratori del Centro Interdipartimentale di Ricerca sui Biomateriali (CRIB) ed il Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione (DICMAP) dell'università di Napoli Federico II. Il progetto prevede la collaborazione con altri centri di ricerca di prestigio come l'Istituto Italiano di Tecnologia, e la Scuola di Medicina e Chirurgia – Federico II. La struttura possiede diversi laboratori e *facilities* che permetteranno lo svolgimento del progetto come stazione avanzata di bioreattori per colture cellulare 3D, stazioni di micro fabbricazione e 3D printing / 3D bioprinting, sintesi e caratterizzazione meccanica / reologica di biomateriali, microscopia avanzata, meccanica e fluido dinamica computazionale

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Un periodo all'estero di almeno 6 mesi potrà essere programmato.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Francesco Urciuolo and Paolo Netti

Tematica di ricerca proposta: Muscle on Chip

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

L'ingegnerizzazione del tessuto muscolare scheletrico può rivoluzionare la robotica applicata alla medicina come i sistemi protesici avanzati. Nell'ambito della robotica per applicazioni mediche il processo di attuazione possiede delle criticità che le attuali tecnologie non sono ancora in grado di superarle come ad esempio: sistemi idraulici, pneumatici, piezoelettrici, elettromagnetici, basati su leghe a memoria di forma o polimeri speciali. Tali sistemi permettono la miniaturizzazione, l'integrazione con il corpo umano ma presentano ancora dei limiti. I sistemi elettromagnetici sono pesanti e non consentono movimenti ampi: i sistemi pneumatici richiedono strutture ingombranti mentre quelli basati su sistemi polimeri richiedono alti voltaggi.

Partendo dalle esperienze del gruppo proponente in ambito di ingegneria dei tessuti, micro fabbricazione, tecnologie organ-on-chip e 3D bioprinting il progetto prevede la realizzazione di un sistema muscle-on-chip per esacerbare i meccanismi della contrazione, attuazione e rigenerazione muscolare. L'obiettivo finale è quello di realizzare un bioattuatore basato sulla logica del muscolo scheletrico vivente. Per l'ottenimento di questo sistema è prevista la fabbricazione in primis di un sistema muscle-on-chip che integri un muscolo ingegnerizzato accoppiato con sistemi di attuazione, controllo ed elementi cinematici. Questo sistema permetterà lo studio ed il monitoraggio on-line dello sviluppo muscolare mediante la lettura di parametri funzionali (forza di twitch e tetanica) sotto diverse condizioni. In particolare, allo scopo di rispondere alle domande scientifiche sopra descritte si dovranno in primis superare i seguenti limiti che ancora caratterizzano i muscoli ingegnerizzati come: (i) bassi valori di forza sviluppata (decine di mN), (ii) alte richieste metaboliche e (iii) difficoltà nella modulazione e controllo della forza. Per fare ciò il progetto vuole integrare differenti approcci come l'ingegnerizzazione di opportuni biomateriali, tecniche di bio-fabbricazione (es. 3D bioprinting) a condizioni di processo. La modulazione della forza potrà essere ottenuta sfruttando diversi approcci come l'utilizzo di nano-sistemi elettro-attivi capaci di generare potenziale di azione locali sotto l'applicazione di campi terzi. Il sistema completo di formato da muscolo-on-chip / sistema di raccolta della forza / sistema di stimolazione e lettura vorrà rappresentare un nuovo dispositivo per meglio comprendere i meccanismi dello sviluppo della contrazione per la realizzazione di una nuova classe di bio-attuatori per la movimentazione di protesi.

Tale progetto ha inoltre le potenzialità per contribuire al miglioramento della qualità della vita colpite da malattie muscolo scheletriche. Usando cellule di natura patologica il sistema sviluppato potrà essere usato come una piattaforma flessibile e personalizzata per replicare patologie come la sarcopenia e la distrofia, contribuendo alla comprensione di tali patologie ed allo sviluppo di modelli personalizzati per la diagnostica e la medicina di precisione.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il progetto verrà svolto presso i laboratori del Centro Interdipartimentale di Ricerca sui Biomateriali (CRIB) ed il Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione (DICMAPI) dell'università di Napoli Federico II. Il progetto prevede la collaborazione con altri centri di ricerca di prestigio come l'Istituto Italiano di Tecnologia, il CNR-Nanotech e l'università Campus Biomedico di (UCBM) di Roma. La struttura possiede diversi laboratori e *facilities* che permetteranno lo svolgimento del progetto come stazione avanzata di bioreattori per colture cellulare 3D, stazioni di micro fabbricazione e 3D printing / 3D bioprinting, sintesi e caratterizzazione meccanica / reologica di biomateriali, microscopia avanzata, meccanica e fluido dinamica computazionale

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Sarà programmato un periodo all'estero di almeno 6 mesi.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Paolo A. Netti -IIT

Proposed research topic:

Cell mechanoprogramming

Reference curriculum:

X Materials and Structural Engineering

Chemical engineering

Technologies and Production Systems

Design of Sustainable and Safe Products and Processes

Summary of the Research Project (state of the art, short program of the planned activities and objectives)

Il progetto mira a sviluppare chip meccanomodulatori cellulari capaci di controllare e modulare coerentemente l'identità meccanica di decine di migliaia di cellule seminate sulla loro superficie. I chip meccanomodulatori cellulari sono progettati per fornire uno strumento prezioso per studiare e rivelare i meccanismi alla base della meccanobiologia cellulare e per offrire una piattaforma efficace per somministrare dosi di meccanomedicina in modo altamente controllato. I chip meccanomodulatori operano il controllo dell'attività di trascrizione cellulare regolando la direzione e l'intensità delle forze del citoscheletro che agiscono sull'involucro nucleare. Di conseguenza, è possibile controllare la forma del nucleo che, a sua volta, induce deformazioni selettive della cromatina, regolando così l'espressione genetica delle cellule.

L'obiettivo finale è ingegnerizzare superfici di materiali e dispositivi per modulare e controllare coerentemente la forma nucleare delle cellule e quindi l'organizzazione strutturale 3D della cromatina. I chip meccanomodulatori saranno realizzati per generare una libreria distintiva di forme nucleari che vanno da prolate a oblate. Partendo da queste forme nucleari quasi statiche, verrà utilizzato un estensore dinamico per esaminare un'intera libreria di decine di migliaia di forme nucleari generate, acquisendo contemporaneamente l'intensità e la distribuzione delle forze del citoscheletro, la deformazione nucleare, la condensazione della cromatina e l'espressione genica. Questi dati saranno utilizzati per definire il ruolo dell'allungamento meccanico nella distribuzione e nella compattazione delle regioni di eterocromatina e il loro grado di trascrizione. Si intende generare uno specifico Knowledge Graph del dominio le cui connessioni (catena causale) saranno esplorate e poi utilizzate per generare un Knowledge Graph generale della mecano-modulazione, che funzioni come quadro di apprendimento per lo sviluppo di un sistema di analisi intelligente dei dati. Il modello di IA derivante permetterà di identificare il dosaggio meccanico ottimale per manipolare/controlare il grado di espressione di sequenze geniche selezionate.

I principali risultati attesi saranno: (a) rivelare la relazione funzionale tra allungamento nucleare ed espressione genetica; (b) fornire una tecnologia per valutare per la prima volta la risposta alle

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

dosi di meccanomedicina – definendo il limite tra meccanotossicità e mecanoterapia; (c) fornire le basi per sviluppare una nuova tecnologia di meccanoprogrammazione.

Brief information relating to: operational and scientific structures (equipment, software, laboratories,...) available to the PhD student for carrying out the proposed activity, collaborations with other Italian and foreign research bodies (possibly also with companies), potentially relevant to the proposed topic.

Il lavoro di dottorato sarà svolto presso il Centro per Biomateriali Avanzati per la Salute dell'Istituto Italiano di Tecnologia a Napoli. Il centro è dotato di strumentazione all'avanguardia che consente la sintesi, la micro e nano-fabbricazione e la caratterizzazione di piattaforme materiali e dispositivi microfluidici, insieme a strutture di coltura cellulare all'avanguardia per test in vitro e fabbricazione di tessuti organotipici. Inoltre, il laboratorio comprende strutture di microscopia e microscopia spettrale per l'imaging di cellule e materiali e la caratterizzazione dell'interfaccia cellula-materiale. Sono previste collaborazioni con laboratori nazionali e internazionali, tra cui il Prof. Giancarlo Ruocco dell'Università di Roma, il Prof. Francesco Nicassio dell'IIT di Milano e il Prof. Stefano Piccolo dell'Università di Padova.

Brief information relating to any period abroad planned for the PhD student (period, research group, University, research institution....)

Sarà programmato un periodo all'estero di almeno 6 mesi

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Paolo A. Netti -IIT

Proposed research topic:

Cancer mechanobiology

Reference curriculum:

X Materials and Structural Engineering

Chemical engineering

Technologies and Production Systems

Design of Sustainable and Safe Products and Processes

Summary of the Research Project (state of the art, short program of the planned activities and objectives)

Nel contesto della meccanobiologia del cancro, un vasto corpo di conoscenze è in continua espansione, fornendo una migliore comprensione del ruolo del microambiente meccanico locale come co-cospiratore nella trasformazione delle cellule cancerose e nella progressione del tumore. Ora è riconosciuto che, durante la crescita tumorale, le caratteristiche morfo-fisiche della matrice extracellulare (ECM) delle cellule sono alterate, e queste alterazioni portano a una deviazione dall'equilibrio meccanico omeostatico cellula-ECM verso un nuovo stato caratterizzato da una maggiore rigidità del microambiente cellulare. I tessuti colpiti da tumori maligni sono caratterizzati da un'accumulazione di ECM, che porta a una grave risposta fibrotica, nota come desmoplasia, e conseguente irrigidimento del tumore. Inoltre, il grado di rigidità del microambiente meccanico tumorale (TMME) sembra essere correlato con vie molto importanti associate alla trasformazione maligna delle cellule. Il processo di irrigidimento che si verifica a livello del TMME sembra promuovere la natura invasiva delle cellule tumorali attraverso l'attivazione di specifiche vie molecolari. A questo proposito, tre recenti evidenze sperimentali meritano di essere considerate: (a) solo un'interazione coordinata tra la trasformazione mediata da oncogeni e i cambiamenti nella rigidità del microambiente può potenziare il processo di tumorigenesi; (b) un numero crescente di evidenze indica che il TMME può istruire le cellule tumorali a subire una riprogrammazione ancora più profonda, denominata transizione epitelio-mesenchimale (EMT), che rende la cellula più mobile e capace di invadere e metastatizzare; e (c) le cellule tumorali sono caratterizzate da un citoscheletro meno strutturato, con proprietà meccaniche e cito-adesive inferiori rispetto alla loro controparte fisiologica (cioè, cellule sane). Queste evidenze illuminano il ruolo cruciale del TMME nel mediare lo stato di trasformazione delle cellule tumorali e richiedono un approccio sistematico per rivelare l'interazione collaborativa e sinergica tra cellule ed ECM e il suo ruolo nello sviluppo e nella progressione del cancro. **La comprensione della complessa relazione reciproca tra TMME e stato/stadio delle cellule tumorali è l'obiettivo principale di questa proposta di dottorato.**

Per svelare la relazione dinamica e reciproca tra microambiente meccanico e stato/stadio delle cellule tumorali, la proposta mira a costruire un diagramma di mecano-score cellula-TMME per l'adenocarcinoma polmonare. Si intende rappresentare, in uno strumento grafico istruttivo, la deviazione delle cellule da uno stato normale/fisiologico del polmone sotto diverse condizioni di TMME. In particolare, verrà progettato un grafico tridimensionale (3D) per descrivere le correlazioni tra TMME e l'attivazione di una condizione tumorale delle cellule: il grafico mostrerà la condizione TMME (composizione meccanica e strutturale), come variabile indipendente, sull'asse principale (asse TMME), il mecano-fenotipo del citoscheletro cellulare sul secondo asse e i fattori trascrizionali di meccanobiologia noti, come parametro per designare l'attivazione oncogenica di una condizione tumorale, sul terzo asse. Questo grafico delineerà la relazione esistente tra le proprietà meccaniche

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

delle cellule e dei tessuti e i suoi effetti sul processo di mecano-riprogrammazione oncogenetica delle cellule. La costruzione dei diagrammi di mecano-score cellula-TMME fornirà un nuovo approccio quantitativo per la diagnosi e la prognosi del tumore, insieme a utili strumenti terapeutici clinici. In particolare, valutando lo stato meccanico delle cellule e del loro microambiente in risposta a approcci terapeutici classici, come la chemioterapia e la radioterapia, potrebbe fornire nuove e complementari informazioni per l'ottimizzazione dei trattamenti e dei loro risultati terapeutici. La definizione del diagramma di mechano-score cellula-TMME aiuterà a chiarire il comportamento delle cellule di adenocarcinoma polmonare in relazione al loro TMME e a svelarne il potenziale come strumento diagnostico e/o prognostico e/o terapeutico.

Brief information relating to: operational and scientific structures (equipment, software, laboratories,...) available to the PhD student for carrying out the proposed activity, collaborations with other Italian and foreign research bodies (possibly also with companies), potentially relevant to the proposed topic.

Il lavoro di dottorato sarà svolto presso il Centro per Biomateriali Avanzati per la Salute dell'Istituto Italiano di Tecnologia a Napoli. Il centro è dotato di strumentazione all'avanguardia che consente la sintesi, la micro e nano-fabbricazione e la caratterizzazione di piattaforme materiali e dispositivi microfluidici, insieme a strutture di coltura cellulare all'avanguardia per test in vitro e fabbricazione di tessuti organotipici. Inoltre, il laboratorio comprende strutture di microscopia e microscopia spettrale per l'imaging di cellule e materiali e la caratterizzazione dell'interfaccia cellula-materiale. Sono previste collaborazioni con laboratori nazionali e internazionali, tra cui il Prof. Paolo Decuzzi dell'Università di Stanford e il Prof. Stefano Piccolo dell'Università di Padova.

Brief information relating to any period abroad planned for the PhD student (period, research group, University, research institution....)

A period abroad of at least 6 months will be programmed.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente:

Roberto Nigro
I.T.P. Innovation & Technology Provider Srl

Tematica di ricerca proposta:

Sviluppo di tecniche innovative per la estrazione e concentrazione di esosomi vegetali

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Gli esosomi sono una delle classi delle cosiddette vescicole extracellulari, di dimensioni comprese tra 20 e 150 nm, rilasciate dalle cellule nell'ambiente circostante. Esse contengono una varietà di molecole biologiche, tra cui proteine, lipidi, metaboliti, miRNA, RNA e DNA. Considerati inizialmente degli scarti cellulari, negli ultimi anni gli esosomi hanno attirato l'attenzione della ricerca biomedica a causa delle loro molteplici funzioni e potenziali applicazioni. Infatti, è stato dimostrato che gli esosomi, grazie al loro corredo di proteine superficiali, alla loro capacità di carico e stabilità, sono in realtà dei messaggeri extracellulari molto efficienti, in grado di trasferire informazioni genetiche e molecolari tra le cellule, influenzando così una varietà di processi biologici e patologici. Sono coinvolti nella regolazione dell'infiammazione, nella modulazione della risposta immunitaria e nella promozione della riparazione tissutale. Le conoscenze attuali ne prospettano l'uso anche nella diagnostica, come biomarcatori di specifici processi patologici, compresi i tumori e, nella terapia, come veicoli per il delivery mirato di farmaci, miRNA o altre molecole.

Gli esosomi vegetali sono simili per morfologia e struttura agli esosomi animali ed oltre ai componenti citati, contengono anche metaboliti secondari, esclusivi delle piante, i quali possiedono proprietà biochimiche peculiari (ad es. antiossidanti), utilizzabili a fini terapeutici e nutraceutici.

La disponibilità di esosomi da fonti vegetali prodotti in modo controllato e riproducibile apre la strada a nuove piattaforme nanoterapeutiche, utilizzabili in diverse applicazioni quali nella medicina estetica e rigenerativa o nel trattamento di stati infiammatori legati a diverse patologie e nello sviluppo di nuovi farmaci, e rappresentano quindi uno strumento innovativo per la promozione della salute umana, con un impatto significativo sulla qualità della vita.

Tuttavia, la purificazione degli esosomi vegetali è un procedimento complesso a causa della loro scarsa concentrazione nei fluidi cellulari e della presenza di contaminanti e richiede quindi lo sviluppo di tecniche e metodologie sofisticate, generalmente basate su processi di ultracentrifugazione ad altissima velocità e di ultracentrifugazioni ripetute che rendono molto costosa e difficile la separazione e la concentrazione di tali nanovesicole. Il progetto ha lo scopo di mettere a punto una tecnologia innovativa, basata sull'utilizzo di fluidi refrigeranti in fase liquida, che possa consentire di estrarre e classificare gli esosomi vegetali contenute in specie vegetali ad elevata funzionalità biologica.

Il programma di massima del progetto di ricerca è il seguente:

1° anno: Studio dell'impatto dei fluidi refrigeranti sulle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche degli esosomi. Definizione preliminare delle condizioni di estrazione e concentrazione;

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

2° anno: Progettazione e sviluppo di impianto a scala lab. di estrazione, concentrazione e classificazione degli esosomi;

3° Anno: Scale-up del processo sviluppato nel secondo anno.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

L'azienda mette a disposizione dell'attività:

N° 2 unità di estrazione a scala lab;

N° 1 HPLC Agilent 1200 con detector UV e ELS;

N°1 GC Agilent 7850

N° 1 Freeze Dryer

N° 1 laboratorio per analisi chimiche e fisiche;

N° 1 centrifuga (18.000g) a temperatura controllata

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

È previsto un periodo di ricerca all'estero presso la WUR di Wageningen (NL) dove sarà possibile approfondire l'interazione fisica e biochimica fra gli esosomi ed i fluidi refrigeranti.

È prevedibile una permanenza all'estero fra 3 e 6 mesi, localizzandoli fra il 2° anno ed il 3° anno di attività del dottorato.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato
borsa di studio, ai sensi del D.M. n. 630 del 24.04.2024

Proponente:

Roberto Nigro
I.T.P. Innovation & Technology Provider Srl

Tematica di ricerca proposta:

Recupero biotecnologico di scarti di caffè in polvere (SCG)

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

max 500 parole

L'obiettivo principale del progetto è produrre un nuovo ingrediente postbiotico, ricco di LA (acido linoleico) e in CLA (Coniugati dell'acido linoleico) quest'ultimi notoriamente elementi attivi contro l'obesità ed il cancro. I postbiotici sono la nuova frontiera degli ingredienti funzionali e sono ottenuti "spegnendo" i probiotici attraverso specifici processi di inattivazione. Fermentando la posa del caffè esausto (SCG) con specifici microrganismi lattici, è possibile convertire il carico di LA del SCG in CLA incrementando considerevolmente la funzionalità del materiale recuperato e rendendolo particolarmente attivo verso le malattie precedentemente indicate.

Il prodotto postbiotico secco, da SCG esausto (proveniente da vari processi) con elevate concentrazioni di CLA, è utilizzabile come ingrediente in formulati dei settori alimentari, nutraceutico e cosmetico nonché farmaceutico.

Il programma di massima del progetto di ricerca è il seguente:

1° anno: definizione delle materie di scarto da utilizzare e dei microrganismi idonei alla conversione del LA in CLA;

2° anno: sviluppo del protocollo di fermentazione e dei processi di inattivazione ed essiccazione della matrice fermentata. Test a scala Lab e caratterizzazione del fermentato e degli elementi funzionali contenuti nel postbiotico umido e secco. Determinazione dell'effetto biologico del postbiotico mediante modelli cellulari 2D

3° Anno: Scale-up del processo di produzione del postbiotico messo a punto nel 2° anno. Determinazione dell'effetto biologico del postbiotico prodotto a scala pilota.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

L'azienda mette a disposizione dell'attività:

N° 2 postazioni di fermentazione a scala laboratorio con reattori agitati da 1 e 2 lt,

N° 2 sistemi di trattamento ed inattivazione termico del fermentato

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

N° 1 Spray Dryer da 2lt/h equipaggiato con un reattore agitato di fermentazione da 1 lt ;

N° 1 HPLC Agilent 1200 con detector UV e ELS;

N°1 GC Agilent 7850

N° 1 Freeze Dryer

N° 1 laboratorio di microbiologia per la caratterizzazione dei fermentati prodotti.

N°1 Impianto pilota per la produzione in linea di postbiotici a partire da matrici fermentate composto da un fermentatore di 200 lt, 1 sterilizzatore e 1 Spray Dryer da 15lt/h

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

E' previsto un periodo di ricerca all'estero presso il Centro di R&D della KraftHeinz in Nijmegen(NL) dove è disponibile un impianto pilota di fermentazione a scala pilota da 200 lt ed uno spray dryer da 15lt/h per ottenere polveri postbiotiche per lo scale-up del processo messo a punto presso i laboratori dell'azienda e del DICMAPI-Università di Napoli Federico II.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Rossana Pasquino

Tematica di ricerca proposta:

Formulazione e design di fibre ottiche basate su idrogeli biocompatibili per l'ingegneria biomedica

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

max 500 parole

Le fibre ottiche convenzionali vengono generalmente fabbricate trafilando vetro di silice, cristalli e plastica. Pertanto, sono di solito molto più rigide dei tessuti biologici e hanno una bassa biocompatibilità e biodegradabilità, che può causare danni all'ambiente biologico circostante, limitando così le loro applicazioni nell'ingegneria dei tessuti. L'integrazione di materiali soffici, a base di idrogeli con micro/nanoottica, amplierà gli orizzonti della fotonica per la bioingegneria. L'idea è quella di implementare terapie diagnostiche e cliniche tramite dispositivi a misura di paziente in grado di fornire luce in posti specifici all'interno del corpo, imitando le proprietà meccaniche del tessuto interessato e offrendo la possibilità, per esempio, tramite luce, di rilasciare farmaci o far migrare cellule.

Il progetto riguarda la formulazione di idrogeli biocompatibili e la produzione di guide d'onda ottiche a base di fibre di idrogeli (mono o multistrato) utilizzate come piattaforme multifunzionale (attuatori, rilevatori, supporti per crescita cellulare, materiali attivi biofotonici) per lo studio e la manipolazione di processi fotochimici e optogenetici in ambienti prossimi a quelli fisiologici. Gli ambienti ad alto contenuto di acqua garantiscono un basso indice di rifrazione e una buona corrispondenza ottica per il rilascio della luce nei tessuti. Verranno progettati idrogeli fisici e chimici, sulla base dei dati già disponibili in letteratura. Saranno coinvolti polisaccaridi naturali, proteine e polimeri sintetici biocompatibili (ad esempio Pluronic, Polietilenglicole etc.). Verranno utilizzati processi chimici o fisici per creare le proprietà del gel desiderate, con proprietà meccaniche regolabili e compatibili con i tessuti. Reologia, scattering e calorimetria verranno utilizzati per caratterizzare sia le transizioni dallo stato sol allo stato gel, sia le proprietà finali della struttura del gel.

Per la produzione delle fibre a base di idrogeli verranno perseguiti due approcci: stampa 3D e fabbricazione microfluidica. La stampa 3D è un processo ampiamente studiato in grado di creare lunghe fibre di idrogeli, la cui forma e dimensione sono controllate dal design dell'ugello e possono essere facilmente modificabili. Per creare progetti più complessi, come un sistema multi-core per la consegna di più lunghezze d'onda o la comunicazione duplex, la fabbricazione microfluidica è un'altra opzione. La forma e la disposizione dei microcapillari guideranno la struttura finale della fibra, fornendo varie geometrie, comprese fibre a fibrilla singola, a tubo cavo e a doppia parete.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

In fine, le prestazioni di erogazione ottica saranno valutate anche utilizzando luci laser verdi e rosse e le prestazioni in vitro saranno analizzate attraverso studi di rilascio di farmaci e interazione della luce con cellule viventi.

In conclusione, l'obiettivo finale del dottorato è formulare e produrre fibre innovative per progressi nella fotonica.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Il dottorando utilizzerà i laboratori e le strumentazioni già disponibili presso il DICMaPI. Le attrezzature necessarie alla formulazione e alla caratterizzazione delle fibre ottiche a base di idrogeli sono già disponibili, così come una biostampante per la produzione 3D di una fibra one-core. Il dispositivo microfluidico, e/o idonei componenti aggiuntivi per la stampante 3D, saranno sviluppati dal dottorando per la creazione di fibre ottiche morbide multiwall. Il Dottorato si svolgerà in collaborazione con il Prof. Andrea Cusano, Università degli Studi del Sannio, noto esperto nello sviluppo di sistemi di rilevamento ottico innovativi. È già attiva una convenzione di ricerca tra il nostro dipartimento e il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi del Sannio. I laboratori di Benevento saranno a disposizione per studiare le prestazioni optoelettroniche delle fibre prodotte, per ospitare esperimenti cellulari e molecolari, per avviare indagini biofotoniche volte a valutare l'assorbimento di farmaci, la proliferazione cellulare, la risposta indotta dalla luce. Il dottorando si avvarrà dei laboratori avanzati dell'Infrastruttura di ricerca regionale "Centro di Optoelettronica e Nanofotonica per la Salute Umana", recentemente costituito a Benevento e in stretto collegamento con l'Università del Sannio e il gruppo coordinato dal Prof. Andrea Cusano (<https://www.cerict-cnos.it/>).

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il/La dottorando/a trascorrerà probabilmente parte del suo progetto di ricerca presso l'Okinawa Institute of Science and Technology (OIST), Unità Micro/Bio/Nanofluidica, in Giappone. Il periodo ricadrà negli ultimi 18 mesi del periodo di dottorato (almeno 6 mesi all'estero). La Prof.ssa Amy Shen e il Dr. Vincenzo Calabrese, esperti in microfluidica, si sono già mostrati disponibili ad ospitare il/la dottorando/a per il periodo previsto.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Domenico Pirozzi

Tematica di ricerca proposta: Sviluppo di materiali adsorbenti avanzati per la rimozione di inquinanti recalcitranti da acque reflue

Curriculum di riferimento:
Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Gli inquinanti recalcitranti sono sostanze chimiche che, resistendo alla degradazione naturale nei processi ambientali, possono persistere nell'ambiente per lunghi periodi ed accumularsi nei tessuti degli organismi viventi, causando potenziali rischi per la salute umana e l'ecosistema.

Il presente progetto è finalizzato allo sviluppo di adsorbenti basati sull'impiego di nanospugne a base di ciclodestrine, dei polimeri nanostrutturati che posseggono al loro interno particolari strutture a "gabbia" attraverso le quali possono intrappolare facilmente un ampio spettro di sostanze organiche e inorganiche.

Queste proprietà complessanti possono essere sfruttate nella cattura e rimozione di agenti inquinanti presenti nelle acque reflue, ma anche per l'immobilizzazione di biomolecole. Pertanto, allo scopo di rendere più efficace la rimozione degli inquinanti, sulle nanospugne verranno immobilizzati enzimi in grado di degradare gli inquinanti (ad esempio le laccasi che sono in grado di degradare diverse classi di antibiotici). In questo modo gli inquinanti vengono catturati dalle nanospugne e poi vengono degradati grazie agli enzimi immobilizzati all'interno delle nanospugne stesse, rendendo più efficiente il processo di depurazione delle acque reflue.

Nella seconda parte della ricerca, sulla base dei risultati ottenuti, verrà progettato e realizzato un impianto di depurazione continuo in scala da laboratorio.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Quest'attività di ricerca si svolge in collaborazione con l'Università di Coimbra (Portogallo), con il Dipartimento di Agraria dell'Università Federico II e con il Cluster Agroalimentare della regione Emilia-Romagna.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Il dottorando svolgerà un periodo di 6 mesi presso l'Università di Coimbra o altre università europee.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Russo Danilo

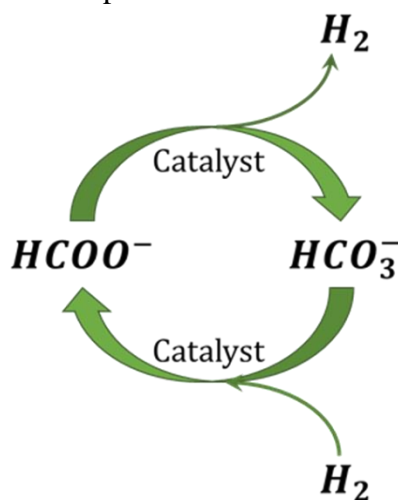
Tematica di ricerca proposta: Stoccaggio di idrogeno in soluzioni acquose di formiati/bicarbonati

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Progettazione di prodotti e processi sostenibili e sicuri

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) Il progetto verte sullo sviluppo di sistemi catalitici per l'interconversione di formiato/bicarbonato in soluzione acquosa per il rilascio e l'uptake di idrogeno. Tale sistema è stato recentemente proposto in letteratura, mostrando le potenzialità e revisionandone lo stato dell'arte [1]. La reazione catalitica alla base del sistema proposto è sintetizzata in figura. Lo studio della termodinamica del sistema ha evidenziato la possibilità di favorire il rilascio o l'uptake di idrogeno attraverso modifiche delle condizioni operativa nell'intorno di condizioni simil-ambientali, 20 – 90 °C, 1 – 20 atm [2]. Questo, insieme alla presenza di acqua e di sali innocui, rende il sistema intrinsecamente più sicuro sia in condizioni di normale funzionamento, che nel caso di deviazioni accidentali [3]. Tali caratteristiche rendono il sistema di grande interesse rispetto ai tradizionali sistemi di stoccaggio ad alta pressione o criogenici, nonché all'utilizzo di materiali solidi e liquidi caratterizzati da una gestione termica complessa e/o una ciclabilità limitata.



I principali sistemi catalitici eterogenei proposti ad oggi [1] consistono essenzialmente di fasi attive a base di Palladio su supporti carboniosi porosi o semiconduttori. Le tecniche di sintesi dei catalizzatori proposti (pirolisi, trattamenti ad alta temperatura) sono dispendiose da un punto di vista energetico e prevedono l'utilizzo di reagenti tossici (impregnazione seguita da riduzione chimica in solvente). La densità energetica volumetrica dei sistemi dipende in maniera cruciale dalla concentrazione di sale adottata e può in teoria essere confrontabile con i sistemi ad alta pressione o criogenici nel caso di impiego di soluzioni eterogenee supersature, ad oggi non investigate in letteratura.

Muovendo da tali considerazioni e dai test preliminari condotti, il progetto si propone i seguenti obiettivi:

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

- Investigare diverse tecniche di preparazione e composizioni della fase attiva, includendo metalli di transizione nella matrice di palladio che ne possano migliorare l'attività riducendone il costo
- Testare i catalizzatori e la loro ciclabilità per le reazioni di deidrogenazione del formiato e idrogenazione del bicarbonato in fase acquosa, andando ad indagare l'effetto delle variabili operative e la relazione tra morfologia del catalizzatore, metodo di preparazione e performance
- Investigare la possibilità di utilizzare soluzioni supersature per aumentare la densità energetica volumetrica del sistema

Per raggiungere tali obiettivi le attività seguiranno il seguente programma sintetico:

- I Anno: integrazione della revisione della letteratura. Sintesi di sistemi catalitici al variare della composizione della fase attiva e test sperimentali di idrogenazione e deidrogenazione.
- II Anno: per i sistemi catalitici più promettenti verrà investigato l'effetto delle variabili operative: carico di catalizzatore, concentrazione di sale, temperatura, pressione, pH. Verranno effettuati inoltre recuperi e riutilizzi per testare la ciclabilità dei sistemi catalitici e caratterizzazioni morfologiche pre- e post- reazione per investigare la relazione tra tecnica di preparazione, performance, e morfologia
- III Anno: completamento delle attività e ottimizzazione delle condizioni operative, modellazione cinetica del sistema, stesura della tesi.

[1] Calabrese et al., Renewable and Sustainable Energy Reviews 173 (2023) 113102

[2] Russo et al., International Journal of Hydrogen Energy 47 (2022), 31370 - 31380

[3] Russo et al., International Journal of Hydrogen Energy 65, 2024, 421 - 427

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

I gruppi di ricerca del DICMaPI coinvolti nello sviluppo preliminare di tale attività, dispongono delle attrezzature necessarie. Queste consistono in:

- Reattori di vetro incamiciati e termostatati per i test a pressione ambiente.
- Cappe chimiche e reagenti per la sintesi dei catalizzatori.
- Reattori per la gestione sicura di prove in pressione con idrogeno pressurizzato. In tal senso, un accordo in fase di definizione con Saipem SPA, che vede coinvolti come responsabili il proponente insieme ad altri membri del DICMaPI, prevede l'acquisto entro la fine dell'anno solare 2024 di un ulteriore reattore in pressione di volume ridotto (160 mL), termostatato e agitato, in grado di gestire in sicurezza i test di idrogenazione
- Strumentazione analitica: HPLC, GC.
- Collaborazioni già in essere con altri gruppi di ricerca del DICMaPI e Università Estere (Khalifa University - United Arab Emirates) consentiranno l'accesso a tecniche di caratterizzazione dei materiali quali SEM, TEM, XRD, TPR, TPD, FTIR.

La modellazione farà uso di Software disponibili quali Matlab e Aspen Plus.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Inoltre l'accordo in essere con Saipem SPA, consentirà ulteriori sviluppi nello studio del sistema proposto anche per utilizzi diversi da quelli relativi allo stoccaggio, nelle valutazioni economiche e di sostenibilità. Tale accordo consentirà anche la possibilità per il dottorando di prevedere un periodo in azienda nell'ambito delle attività del dottorando, acquisendo nuove competenze e consolidando quelle acquisite nell'ambito delle attività presso il DICMaPI

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Eventuali periodi all'estero (per un tempo minimo previsto di 6 mesi) potranno svolgersi presso altri gruppi di ricerca europei che lavorano su tematiche analoghe e che dispongono delle necessarie infrastrutture. In particolare, un potenziale enti potrebbe essere:

- Fau: Friedrich-Alexander-Universität-Erlangen-Nürnberg, Germany, per la consolidata esperienza nel campo dei liquid hydrogen carriers.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Fabrizio Scala – Mariarosaria de Joannon Ceglia (STEMS-CNR)

Tematica di ricerca proposta:

Cicli integrati di CO₂ e azoto per la riduzione delle emissioni di gas serra e il recupero di materiali ed energia.

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi)

Nello scenario in rapida evoluzione della transizione energetica, l'obiettivo principale è massimizzare le fonti energetiche mantenendo l'obiettivo di zero emissioni nette di gas serra. Il tema di ricerca proposto fa parte di un approccio globale che mira ad affrontare questo problema studiando un processo versatile e integrato per la gestione e la valorizzazione della CO₂. In particolare, il focus della ricerca proposta è l'utilizzo del biogas e del bio-olio, provenienti dal processo di pirolisi di diverse tipologie di biomasse, finalizzato alla produzione di energia e combustibili. Come primo passo, verrà studiata la dipendenza della composizione del bio-gas e del bio-liquido dalle variabili di processo, come la temperatura, della pirolisi. Verrà inoltre considerato l'effetto del gas pirolizzante. In particolare, verrà studiato in dettaglio l'utilizzo della CO₂ come gas vettore e verranno valutate le potenzialità del suo utilizzo come modalità preferenziale per riciclare flussi gassosi ricchi di CO₂ nell'intera catena di processo. Bio-gas e bio-olio, formulati sulla base della composizione dei prodotti di pirolisi in modo da simularne le caratteristiche fisiche e chimiche, verranno utilizzati per studi volti a recuperare quantità significative di energia termica e ad attivare un processo di "dry reforming" per produrre gas di sintesi a partire dagli stessi prodotti della pirolisi eventualmente addizionato con opportune quantità di CO₂. In riferimento al processo di trasformazione energetica, sia il bio-gas che il bio-olio possono essere utilizzati come vettori di energia in un processo di combustione avanzato, come la combustione MILD. Pertanto, la caratterizzazione del processo di conversione dei due vettori di energia in funzione dei parametri di processo (temperatura, pressione, composizione in ingresso, caratteristiche dell'agente pirolizzante) sarà effettuata in diverse configurazioni fluidodinamiche, guardando all'efficienza del processo in termini di stabilità e composizione del gas di scarico. Il "dry reforming" bio-olio ai fini della produzione di gas di sintesi sarà il secondo processo rilevante che verrà preso in considerazione. Diversamente dall'approccio comune che considera il reforming catalitico, il focus della ricerca sarà il dry reforming omogeneo. La produzione di syngas verrà analizzata in funzione dei parametri di ingresso, della temperatura di riscaldamento e della composizione del bio-olio. Sia la combustione sia il reforming MILD di bio-gas e bio-olio saranno studiati con un duplice approccio. Infatti, sono disponibili impianti in scala di laboratorio, dotati di strumenti di monitoraggio e controllo remoto, per lo studio sperimentale dei processi di interesse. Saranno effettuati campionamenti ed implementate diagnostiche chimiche avanzate per caratterizzare i flussi in uscita. Eventualmente verranno implementate tecniche di diagnostica ottica in situ e non intrusiva per la rilevazione di specie di reazione intermedie instabili. Inoltre, verranno utilizzati

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

strumenti numerici per gli studi cinetici e cinetico/fluidodinamici con l'obiettivo di rendere disponibile un modello numerico dei processi.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Verranno utilizzati reattori di pirolisi completamente strumentati, da quelli su scala molto piccola (pochi grammi di materia prima in modalità batch) a reattori continui su scala di laboratorio di grandi dimensioni in grado di trasformare alcuni kg all'ora di materia prima per caratterizzare diversi aspetti del processo. Le materie prime e i prodotti di pirolisi, le frazioni solide (biochar), gassose e condensabili, saranno caratterizzati utilizzando un'ampia gamma di strumenti diagnostici per la loro composizione chimica e natura morfologica. Verranno effettuati sistematicamente test sull'adsorbimento dell'ammoniaca sul biochar al fine di chiarire il ruolo delle proprietà fisiche e dell'attività chimica superficiale sul processo di adsorbimento. Presso STEMS-CNR è disponibile una ricchissima strumentazione in grado di produrre una caratterizzazione dettagliata di tutti questi materiali e che verrà utilizzata a seconda delle esigenze di ricerca.

Presso i laboratori STEMS-CNR sono disponibili reattori elementari (es. CSTR e PFR) e ciclonici turbolenti, da utilizzare per studi di combustione MILD e dry reforming. I principali parametri dei processi (temperature, pressioni, emissione di chemiluminescenza e trasferimento di calore) sono monitorati mediante diagnostica multipunto avanzata. I prodotti dei processi saranno caratterizzati utilizzando una rete di sensori distribuiti avanzati di monitoraggio e controllo. Sono disponibili campionamenti e analisi chimiche online e diagnostica ottica in situ che verranno utilizzati in base alle esigenze di ricerca.

Il lavoro di dottorato si inquadra in attività di ricerca e iniziative di networking europei e italiani. Il gruppo di ricerca vanta numerose collaborazioni nazionali e internazionali che verranno sfruttate per arricchire l'esperienza e ampliare le competenze dei dottorandi iscritti.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca...)

In un quadro di collaborazione dell'UE, il candidato sarà in contatto con l'Università di Lund per l'implementazione della diagnostica e con l'Università Tecnica della Danimarca per gli studi sui modelli cinetici. Nell'ambito del portafoglio di progetti della sfida "CO2 e azoto" dell'European Innovation Council (EIC), il candidato sarà coinvolto in un'ampia rete di collaborazione di oltre 50 istituti di ricerca e operatori industriali con l'obiettivo di riunire gli sforzi di ricerca e il know-how disponibile verso la promozione di iniziative imprenditoriali innovative. Nell'ambito delle attività di dottorato è previsto almeno un periodo presso un laboratorio europeo.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

FABRIZIO SCALA

Tematica di ricerca proposta:

RIDUZIONE DI ILMENITE IN LETTO FLUIDIZZATO PER LA PRODUZIONE DI OSSIGENO GASSOSO IN AMBIENTE LUNARE

Curriculum di riferimento:

INGEGNERIA CHIMICA

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) Nell'ambito di una collaborazione tra il dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMaPI) ed il Centro Italiano di Ricerche Aerospaziali (CIRA), è in avvio un'attività di ricerca sperimentale sulle Tecnologie per l'Esplorazione Spaziale che riguarda i processi chimico/fisici di tipo ISRU (In-situ Resource Utilization) ovvero di sfruttamento delle risorse materiali ed energetiche presenti in loco in ambienti extra-terrestri come ad esempio sulla Luna.

In particolare, l'attività di ricerca si focalizza sulla produzione di ossigeno gassoso (per il supporto vitale di una eventuale base stabile abitata sulla Luna) mediante un processo di riduzione con idrogeno ad alta temperatura di ilmenite (derivata da rocce lunari) utilizzando la tecnologia dei reattori a letto fluidizzato, seguita dall'elettrolisi dell'acqua generata dalla reazione di riduzione.

La tesi consisterà nello studio sperimentale in scala di laboratorio del processo di riduzione dell'ilmenite in letto fluidizzato, finalizzato alla "proof of concept" e all'ottimizzazione delle condizioni operative. Lo studio sperimentale sarà affiancato dalla modellazione dell'intero processo utilizzando il software AspenPlus.

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Nel laboratorio sono disponibili numerosi reattori a letto fluidizzato che vanno dalla scala di laboratorio alla scala pilota, nonché apparecchiature ausiliarie adeguate per la caratterizzazione dei flussi gassosi e solidi. In particolare, nell'attività proposta verrà utilizzato un apparato a letto fluidizzato in scala da laboratorio. L'attività sarà svolta in collaborazione con il Centro Italiano di Ricerche Aerospaziali (CIRA) che ha messo a disposizione un eventuale cofinanziamento nell'ambito dei Dottorati Innovativi cofinanziati da Aziende/Enti di Ricerca.

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Durante il dottorato sarà richiesta una permanenza di 3-6 mesi presso un laboratorio di ricerca estero da definire, molto probabilmente alla fine del 2° anno o all'inizio del 3° anno.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente: Maurizio Ventre

Tematica di ricerca proposta: Sviluppo piattaforme funzionalizzate e modelli computazionali per studi di meccanobiologia

Curriculum di riferimento:

Ingegneria dei Materiali e delle Strutture

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) Le caratteristiche biofisiche del microambiente cellulare (con particolare riferimento alla microstruttura e alle proprietà meccaniche) sono noti regolatori di diversi aspetti delle funzioni e differenziamento cellulare di vari tipi di cellule, ivi incluse le embrionali, staminali e cellule del sistema immunitario. Negli ultimi anni la ricerca si è principalmente focalizzata nell'individuare segnali molecolari che sottintendono il processo di meccanotrasduzione (ovvero la trasduzione di segnali meccanici in segnali biochimici). Comparativamente minori sono gli studi dedicati all'analisi dei determinanti meccanici intracellulari, quali assembly del citoscheletro, meccanica citoplasmatica e nucleare, nella dinamica della meccanotrasduzione. Eppure, una recente letteratura ha dimostrato come diverse architetture cellulari regolano l'attivazione di specifici programmi cellulare ed inoltre stress intracellulari sono sufficienti nell'alterare la morfologia nucleare e la conseguente espressione genica. Lo scopo della presente proposta consiste nello sviluppo di modelli sperimentali e computazionali per comprendere come la cellula alteri la sua meccanica in risposta a segnali biofisici e come tale risposta influenzi specifici processi biochimici.

In particolare, si intendono realizzare sistemi di coltura, di tipo sintetico (idrogeli o elastomeri) o naturale (network di collagene) che presentino specifici segnali biofisici, quali topografia, porosità, rigidità, pattern di ligandi, al fine di analizzare la risposta di cellule in termini di morfologia, proprietà meccaniche, profilo molecolare e funzionale. Punto centrale del progetto è quello di sviluppare ed implementare tecniche di fabbricazione, manipolazione o funzionalizzazione in grado di controllare le caratteristiche dei segnali biofisici da integrare nei sistemi di coltura (ad es. dimensione dei pattern topografici, grado di porosità, modulo elastico, ...), ciò al fine di consentire uno studio sistematico che relazioni la risposta cellulare a determinati segnali. Punto di partenza sarà quello di realizzare sistemi di coltura che replichino caratteristiche biofisiche di sistemi "fisiologici" per poi elaborare modelli "patologici" che ad esempio replichino microambienti simili a quelli fibrotici o cancerosi (ad esempio più rigidi, allineati e densi). I dati ricavati da questa attività saranno successivamente utilizzati come input di un modello micro-meccanico in FEM (in una sua versione preliminare già sviluppato dal promotore del progetto) col duplice scopo di affinare l'interpretazione di come segnali meccanici si tramettono internamente alla cellula, e di prevedere la risposta cellulare a determinati set di stimoli meccanici.

Gli obiettivi del progetto possono riassumersi come:

1. Realizzazione di substrati sintetici/naturali funzionalizzati;
2. Caratterizzazione della risposta cellulare in termini di adesione, strutturazione citoscheletrica ed evoluzione della meccanica cellulare;
3. Sviluppo di un modello computazionale dell'interazione microambiente meccanico-meccanica cellulare.

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Lo/a studente/ssa effettuerà le attività di ricerca presso i laboratori del DICMAPi e quelli ad esso convenzionati, equipaggiati con strumentazioni per la realizzazione dei sistemi di coltura (cappe chimiche, stampanti 3D, microfresatrici, photopatterning); per le colture cellulari (incubatori, cappe biologiche), per la loro caratterizzazione morfologica, meccanica (microscopi ottici, confocali e AFM) e molecolare (implementazione di tecniche di immunofluorescenza, istologiche e rt-PCR).

La proposta progettuale è in parte legata a collaborazioni con i seguenti docenti:

Prof. Alessandra Cambi, Cell Biology Department of the Radboud University Medical Center in Nijmegen in The Netherlands

Prof. José Manues García Aznar, Department of Mechanical Engineering, University of Zaragoza

Prof. Costantino Menna, DIST, Università di Napoli Federico II

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Lo studente/essa potrà espletare un periodo formativo/di ricerca presso istituti europei impegnati in attività di ricerca inerenti alla meccanotrasduzione quali ad esempio Radboud University Medical Center (per la parte cellulare), l'istituto 2mbe dell'Università di Saragozza (per la parte di modellistica computazionale).

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

Proposta di progetto di dottorato

Proponente:

Massimiliano M. Villone

Tematica di ricerca proposta:

Tecnologie opto-microfluidiche label-free per diagnosi precoci

Curriculum di riferimento:

Ingegneria chimica

Sintesi del Progetto di Ricerca (stato dell'arte, breve programma previsto per le attività e obiettivi) L'obiettivo di questa proposta di dottorato è la progettazione e realizzazione di una piattaforma microfluidica per identificare, contare ed isolare le cellule presenti in fluidi biologici concentrati (ad esempio, il sangue) e fornire informazioni di tipo morfologico sulle stesse, anche in condizioni di microgravità.

Il progetto prosegue le attività definite nel WP 1400 dell'accordo quadro ASI-UNINA "Attività di Sviluppo di Tecnologie Innovative Relative alla Salute nello Spazio" e si inquadra nella tematica "Lab-on-Chip per la diagnostica rapida, portatile a basso costo, peso e ingombro" prevista nel PTA 2022-2024 dell'ASI. Laddove, per semplicità di processazione, il WP 1400 si è focalizzato sull'analisi di cellule isolate e campioni diluiti, questa proposta di dottorato si incentra su fluidi biologici non trattati, assimilabili a sospensioni concentrate. Tali sistemi multifasici mostrano, nel loro complesso, proprietà reologiche non-Newtoniane. Il sangue, per esempio, esibisce pseudoplasticità (cioè l'esistenza di una soglia di sforzo al di sotto della quale il materiale non fluisce), viscoelasticità (ovvero un comportamento meccanico intermedio tra quello di un liquido viscoso e quello di un solido elastico) e tissotropia (corrispondente ad una viscosità variabile nel tempo quando il sistema è posto in flusso) [1]. Inoltre, data l'elevata frazione volumetrica delle particelle contenute in queste sospensioni (per esempio, globuli rossi, globuli bianchi e piastrine all'interno del sangue), è rilevante considerare gli effetti delle interazioni tra di esse, che possono indurre fenomeni come la formazione di aggregati [2]. Gli aspetti fluidomeccanici e reologici summenzionati hanno effetti significativi sulla dinamica di fluidi biologici non trattati in canali microfluidici, che possono influenzare in maniera rilevante i parametri progettuali ed operativi di un dispositivo per l'imaging in flusso di cellule. In questo progetto, ci si propone di caratterizzare esaustivamente gli effetti delle proprietà reologiche non-Newtoniane e delle interazioni inter-cellulari sulla dinamica di fluidi biologici non trattati in dispositivi microfluidici progettati con lo scopo di realizzare la tomografia olografica in flusso delle cellule stesse, così da estendere l'ambito di applicabilità del dispositivo sviluppato nell'ambito del WP 1400 dell'accordo quadro ASI-UNINA.

L'attività di ricerca sarà effettuata sia attraverso esperimenti che tramite simulazioni numeriche. Gli esperimenti saranno condotti utilizzando (e, se necessario, aggiornando) i setup sviluppati nell'ambito del sopracitato accordo quadro. La prima parte dell'attività sperimentale verterà sulla separazione di cellule di diverso tipo all'interno di fluidi biologici non trattati, mentre, nella fase successiva, si implementerà la tomografia olografica in flusso delle diverse tipologie di cellule. L'attività sperimentale sarà affiancata da un'attività modellistico-simulativa volta a supportare ed indirizzare gli esperimenti stessi, studiando, in particolare, gli effetti delle proprietà reologiche non-Newtoniane e delle interazioni inter-cellulari sulla dinamica di fluidi biologici non trattati in canali microfluidici. A tale scopo, si utilizzeranno tecniche computazionali avanzate basate sul metodo degli elementi finiti e sul metodo CFD-DEM, che consentono di descrivere fluidi con proprietà reologiche complesse e sospensioni molto concentrate. Particolare importanza sarà data allo studio degli effetti

DOTTORATO IN INGEGNERIA DEI PRODOTTI E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

Ciclo XL

della gravità, per simulare condizioni di microgravità. Parte delle attività di simulazione saranno svolte durante il periodo all'estero.

[1] Beris et al., *Soft Matter*, 17, 2021, 10591

[2] Harris et al., *NPJ Micrograv.*, 16, 2023, 17

Informazioni sintetiche relative a: strutture operative e scientifiche (attrezzature, software, laboratori,...) a disposizione del dottorando per lo svolgimento dell'attività proposta, collaborazioni con altri enti di ricerca italiani ed esteri (eventualmente anche con aziende) potenzialmente rilevanti alla tematica proposta.

Disponibilità di risorse di calcolo avanzato per simulazioni numeriche e di laboratori per attività sperimentali nel campo della microfluidica, anche in collaborazione con il gruppo guidato da Pietro Ferraro presso CNR-ISASI

Informazioni sintetiche relative ad eventuale periodo all'estero previsto per il dottorando (periodo, gruppo di ricerca, Università, ente di Ricerca....)

Permanenza di 6-12 mesi nel gruppo di Mahdi Saeedipour presso il Dipartimento di Particulate Flow Modelling dell'Università Johannes Kepler di Linz (Austria)