

**Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del
10/08/2021**

Il sottoscritto **PIZZOFERRATO Roberto** qualifica associato afferente al Dipartimento di Ingegneria Industriale, Interno 7192 email pizzoferrato@uniroma2.it

CHIEDE

L'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: Ingegneria Industriale.

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: Resind S.r.l.

Persona di Riferimento: Cinzia Colagrossi Telefono 069495335

Email: cinzia.colagrossi@ecosafety.it

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Descrizione del Progetto:

Il progetto mira a sviluppare una soluzione innovativa per la rivelazione delle microplastiche nelle acque attraverso la progettazione e la realizzazione prototipale di una strumentazione compatta per il monitoraggio veloce, sensibile, selettivo e con costi contenuti.

L'inquinamento da microplastiche sta diventando una vera emergenza globale per l'ubiquità di questi inquinanti, sempre più diffusi nelle acque di superficie, che porta a dei rischi non ancora completamente stimati sia per l'ambiente che per la salute umana, anche a causa dell'accumulo nella catena alimentare. Attualmente la presenza di microplastiche in campioni reali di acqua negli impianti e nei corpi idrici in genere non è monitorata. Quando il monitoraggio viene effettuato, si richiedono complesse e costose analisi di laboratorio. È evidente che tali analisi risultano particolarmente importanti qualora l'acqua dovesse essere utilizzata per scopi irrigui o idropotabili.

Le microplastiche (MPs) sono composte da particelle polimeriche con almeno una dimensione minore di 5 mm. Esse possiedono proprietà fisico-chimiche complesse con variazioni della loro mobilità, biodisponibilità e tossicità verso gli organismi e le interazioni con gli inquinanti circostanti. Analogamente ai nanomateriali e alle nanoparticelle, il rilevamento e la misurazione accurata e affidabili delle MPs o nanoplastiche e le loro caratteristiche sono importanti per garantire una comprensione completa dei loro



impatti ambientali ed ecologici. Le MPs provengono sia da prodotti di consumo contenenti plastica micrometrica (microplastiche primarie) oppure dal deterioramento di inquinanti macroscopici (microplastiche secondarie).

Tra le tecniche utilizzate per la rivelazione, oltre alle spettroscopie Raman e Fourier Transform InfraRed (FTIR), possiamo trovare il microscopio ottico, che viene utilizzato per microplastiche di grandi dimensioni fornendo la forma e il numero di particelle di microplastica, o la microscopia a fluorescenza. Quest'ultima utilizza come "etichette" (probes) dei coloranti organici con emissione di fluorescenza (fluorescent dyes). Talvolta si utilizza l'auto-fluorescenza dei campioni dovuta ad additivi come coloranti, materiali microbiologici organici o inorganici. Come esempio di colorante fluorescente comunemente usato si può considerare il Nile Red che etichetta la plastica tramite interazioni idrofobiche. La MP diventa quindi fluorescente in una gamma di colori dal giallo al rosso intenso a seconda della sua idrofobicità superficiale.

Il progetto proposto punta a realizzare una soluzione innovativa basata su una strumentazione portatile, di basso costo, automatizzabile e che non richiede personale specializzato per il suo uso. A tale scopo, si intende sviluppare una strumentazione per la rivelazione basata su tecniche ottiche di fluorescenza combinate a metodologie basate sulla microfluidica e software avanzati di analisi dati e AI.

Il metodo proposto sarebbe dotato di una sensibilità e selettività maggiori rispetto ad uno spettrofluorimetro commerciale e in grado di individuare potenziali campioni contenenti microplastiche al pari della spettroscopia IR e Raman. Sviluppando inoltre un software di analisi basato sulla misura delle deviazioni standard delle fluttuazioni del segnale acquisito, si pensa di poter realizzare un sistema prototipo in grado di fornire indicazioni sulla dimensione delle particelle.

Obiettivi formativi:

Per le sue caratteristiche interdisciplinari e innovative, il progetto è intrinsecamente in pieno accordo con gli obiettivi formativi generali del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Industriale (DRII) che mira principalmente a formare gli studenti come "problem solvers", in grado di "adattare le loro competenza e capacità alle sempre più complesse richieste del mercato, in cerca di continue e innovazioni tecnologiche", <https://phdindustrialengineering.uniroma2.it/>.

In particolare, la specificità "green" del progetto inserisce le modalità e le finalità della formazione proprio nell'ambito di quelle tematiche che saranno di importanza sempre maggiore nel prossimo futuro. Inoltre, il progetto punta attivamente a orientare la formazione verso il coinvolgimento del territorio nella forma di una stretta interazione con la realtà industriale.

Attività previste:

Sarà innanzitutto messa in atto una fase preliminare di ricognizione dei reali bisogni e individuazione di realistici obiettivi, effettuata in strettissima collaborazione con l'azienda stessa. Quindi si procederà alla messa a punto di un piano di ricerca scientifica e tecnologica che veda coinvolti i laboratori del Dipartimento di Ingegneria Industriale (DIM) e quelli dell'azienda in modo continuo e



sinergico, così da dar modo al dottorando di affrontare al meglio le varie implicazioni e problematiche che la ricerca stessa potrà comportare nel suo reale svolgimento.

Verranno quindi effettuati test di laboratorio per verificare il legame dei probe commerciali con le varie plastiche disperse in campioni di acqua distillata. Sulla base dei primi risultati, si passerà a verifiche su campioni reali forniti e controllati dell'azienda Resind S.r.l. Contemporaneamente si procederà alla progettazione e realizzazione di un sistema prototipo di laboratorio per la rivelazione e identificazione della fluorescenza in modo rapido, affidabile e relativamente economico. Il sistema si baserà su una configurazione semplice e compatta per la misura della fluorescenza sotto eccitazione da sorgente a diodo laser in flusso di acqua. Nella realizzazione del prototipo, ci si avvantaggerà dei risultati ottenuti precedentemente nei sistemi per la rivelazione di batteri in mezzi liquidi.

Per aumentare la sensibilità e permettere un conteggio quantitativo delle microplastiche saranno utilizzate tecniche di fluidodinamica atte a convogliare campioni voluminosi di acqua (circa 100 ml, richiesti dalle normative) in tempi ridotti (circa 10 ÷ 100 minuti) in ugelli di dimensioni ridotte (circa 100 ÷ 200 micron). In questo modo si potrà analizzare il flusso con tecniche di spettroscopia ottica sotto fascio focalizzato.

Questa fase del progetto comporta la:

- progettazione di capillari in vetro dotati di una parte centrale a sezione ridotta, basata su simulazioni del flusso di acqua contenente microparticelle; i modelli progettati saranno realizzati da apposite ditte specializzate nella lavorazione di precisione del vetro;
- progettazione e realizzazione di un sistema ottico per la focalizzazione e la raccolta di luce laser su campioni a flusso e conversione in segnale elettrico digitale mediante un convertitore A/D e PC per l'analisi statistica successiva;
- progettazione e simulazione di un software di analisi on line in grado di analizzare i segnali impulsivi provenienti dalle singole particelle e filtrare gli impulsi utili per ottenere un conteggio rapido e affidabile delle particelle nel campione. Lo sviluppo del software avverrà in collaborazione con la Resind S.r.l.

La prima parte di sperimentazione del sistema verrà effettuata su microplastico modello di caratteristiche note, alla quale seguirà una seconda fase con i test di validazione su campioni reali. Come campioni reali ci avvarremo delle competenze dell'azienda Resind S.r.l. specializzata in analisi chimico-fisiche, microbiologiche e ambientali su matrici di varia natura quali: acque destinate al consumo umano, acque di piscina, acque di scarico, acque industriali, sanitarie e sottoposte a trattamento (osmosi, addolcimento, filtrazione e microfiltrazione).

Infine, saranno messe in atto tutte le possibili azioni per una diffusione dei risultati attraverso pubblicazioni su riviste open access, comunicazioni a congresso ed eventi di disseminazione creati insieme all'azienda.

Attinenza del progetto all'area indicata:

Il progetto si inserisce completamente nella ricerca su tematiche "green", ovvero che riguardano il monitoraggio e la salvaguardia della qualità dell'ambiente e della salute umana. L'ubiquità della



contaminazione da microplastiche mette in evidenza la necessità di sistemi di monitoraggio delle acque basati su metodi sensibili, selettivi, affidabili ma anche semplici, portatili ed economici. Questo progetto si basa sul concetto che il monitoraggio ambientale si può efficacemente avvalere di sofisticati metodi di misura ottici, studi di microfluidodinamica e avanzati software di elaborazione dati.

Risultati attesi:

Dalla ricerca oggetto del progetto si attendono:

- 1) Un avanzamento sulle conoscenze riguardanti lo studio e lo sviluppo di nuovi composti organici in grado di agire come probe molecolari per le microplastiche con alta efficienza e selettività;
- 2) La realizzazione di un sistema prototipo di laboratorio per la misura della fluorescenza in particelle in flusso di acqua di dimensioni compatte e relativamente economico che possa essere trasferibile a livello commerciale in uno strumento portatile.
- 3) La realizzazione di misure di test e validazione su campioni di acqua reali
- 4) Infine, ma non meno importante, l'attuazione di un processo di collaborazione effettivo ed iterativo Università-Azienda che comprenda la ricerca su un tema di forte interesse ambientale e la formazione altamente specializzata nella figura del dottorando.

Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale: **Resind S.r.l.**

Firma