



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

Il sottoscritto Roberto Paolesse qualifica ordinario afferente al Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche Interno 4752 email roberto.paolesse@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: **DOTTORATO IN SCIENZE CHIMICHE**

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: \_\_\_\_\_

Persona di Riferimento: \_\_\_\_\_ Telefono \_\_\_\_\_

Email \_\_\_\_\_

Fondi di ricerca dipartimentali

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

Descrizione del Progetto:

Il progetto di ricerca proposto è incentrato sul riconoscimento e l'eventuale rimozione di sostanze inquinanti presenti nell'ambiente con particolare attenzione alle sostanze perfluoroalchiliche (PFAS). I PFAS sono composti chimici non presenti normalmente in natura costituiti da catene fluorurate di un numero variabile di atomi di carbonio. All'interno di questa categoria sono presenti numerosi inquinanti emergenti, tra cui l'acido perfluorooottansolfonico (PFOS) e l'acido perfluorooottanoico (PFOA), due sostanze chimiche artificiali che compaiono con sempre maggior frequenza nella catena alimentare, a causa dell'inquinamento ambientale riconducibile a varie attività antropiche. Si tratta, infatti, di sostanze ampiamente usate in applicazioni industriali e nei beni di consumo, tra cui i rivestimenti idrorepellenti e antimacchia per tessuti e tappeti, i rivestimenti resistenti all'olio per prodotti di carta per uso alimentare, le schiume antincendio, le vernici per pavimenti e gli insetticidi. La parziale solubilità in acqua di queste sostanze chimiche ne evita l'accumulo nel terreno o nei sedimenti, consentendo, invece, la loro graduale solubilizzazione nei flussi d'acqua con conseguente inquinamento delle risorse idriche. I PFAS, per le loro caratteristiche chimiche, vengono degradati difficilmente (solo in parte ad opera dei raggi solari UV), quindi permangono nell'ambiente molto a lungo, entrando nella catena alimentare degli animali e dell'uomo. Una volta entrate nell'organismo, la loro lentissima eliminazione fa sì che si creino pericolosi fenomeni di accumulo con conseguenze dannose per la



salute, soprattutto a carico del fegato, ma anche in termini di disturbi dello sviluppo e, probabilmente, anche della riproduzione.

Il progetto di ricerca prevede lo studio e la realizzazione di sistemi per la rilevazione di questi composti inquinanti. A questo scopo misure preliminari sono già state effettuate dal gruppo di ricerca individuando, ad esempio, nei silicio corrolati dei potenziali recettori selettivi per questa classe di composti inquinanti. A partire da queste prime evidenze sperimentali, il progetto di dottorato proposto prevede quindi una fase iniziale di studio dei materiali sensibili da sintetizzare e caratterizzare per la successiva realizzazione di piattaforme sensoriali, basate su trasduttori ottici e/o elettrochimici. Questa fase sarà essenziale sia per massimizzare le proprietà di interazione del recettore sintetico con l'analita target, sia per ottimizzare la produzione del sensore.

Una volta individuati i materiali ottimali, si procederà con la caratterizzazione delle prestazioni del sistema sia in ambiente controllato (test in laboratorio) sia con misure effettuate direttamente sul campo. La collaborazione con la società "Acque del Chiampo S.P.A." permetterà eventualmente di valutare le reali prestazioni del sistema e il suo potenziale utilizzo *in situ* (impianti di gestione idrica, falde, impianti di scarico, acque di scarico delle industrie). Un ultimo obiettivo sarà quello di studiare la possibilità di utilizzare i sistemi di rilevazione anche per la *remediation*, ovvero per l'eliminazione, riduzione o inattivazione dei composti inquinanti. La capacità di un sistema di rilevazione di intervenire direttamente sull'analita è sempre più richiesta in ambito ambientale, in quanto consente, non solo di identificare e segnalare concentrazioni potenzialmente dannose, ma anche di agire direttamente sull'inquinante per porvi rimedio in tempo reale.

Obiettivi formativi:

Il suddetto progetto di dottorato ha come obiettivo la formazione di una figura altamente qualificata, in grado di svolgere sia attività di ricerca specifica sia di organizzare e realizzare progetti di ricerca applicata e di innovazione tecnologica. La formazione è mirata a fornire competenze estremamente interdisciplinari spaziando dalla chimica di base per la sintesi e caratterizzazione di materiali innovativi (come, ad esempio, recettori sintetici per composti inquinanti basati su macrocicli porfirinici) ad ambiti più applicativi come la realizzazione ed il test di piattaforme sensoriali.

Nello specifico, le competenze e conoscenze che si potranno acquisire durante questo percorso di tesi di dottorato riguarderanno inizialmente la sintesi di macrocicli porfirinici, una classe di composti caratterizzata da uno scheletro eterociclico costituito da quattro molecole di pirrolo unite tramite i ponti metinici nella posizione alfa e la loro caratterizzazione per mezzo delle comuni tecniche di laboratorio. Questa classe di composti è largamente utilizzata in diversi ambiti di ricerca grazie alle molteplici proprietà che i macrocicli porfirinici possono esibire. Oltre all'ambito prettamente sensoristico queste molecole sono largamente utilizzate per realizzare celle solari sensibilizzate da coloranti e come foto sensibilizzante nella terapia fotodinamica. In una seconda fase le competenze acquisite saranno utilizzate per realizzare e validare dei sistemi sensoriali da poter utilizzare per rilevare ed eventualmente rimuovere analiti inquinanti presenti nelle acque (PFAS). Questa fase del progetto prevede sia l'acquisizione di competenze multidisciplinari che riguardano ad esempio ambiti ingegneristici sia in ambito elettronico sia



industriale, sia la capacità di lavorare in maniera autonoma e confrontarsi con le problematiche tipiche di progetti di ricerca e sviluppo con caratteristiche spiccatamente applicative. Quest'ultima fase, grazie anche all'interesse di compagnie del settore, mira a fornire le competenze necessarie per potersi inserire con successo anche nel tessuto industriale, una volta terminato il corso di studio.

Attività previste:

Le attività previste, come precedentemente illustrato nella sezione introduttiva, prevedono lo studio e la sintesi della classe di recettori più adatti alle finalità del progetto, la caratterizzazione dei composti ottenuti sia dal punto di vista chimico-fisico che nell'interazione con gli analiti target. In quest'ultimo caso sarà posta particolare attenzione alla capacità del recettore di legare in maniera selettiva i PFAS. Successivamente i composti saranno implementati in sensori ottici ed elettrochimici, e caratterizzati in termini di prestazioni, quali il limite di rilevamento e la selettività verso altri composti normalmente presenti nelle acque. In caso di “*scarsa selettività*” (ovvero se il sensore dovesse essere in grado di rilevare anche altre sostanze inquinanti) è previsto lo sviluppo di un array di sensori che permetta di migliorare le capacità di rilevazione e quantificazione degli analiti presenti nelle acque in esame. Infine, il periodo finale del dottorato prevede un'esperienza diretta mirata alla valutazione delle performance del sistema in situ, e quindi in condizioni decisamente più variabili rispetto a quelle utilizzate normalmente in condizioni di laboratorio (come, ad esempio, la temperatura o la presenza di composti non noti).

Attinenza del progetto all'area indicata:

I PFAS sono composti che, a partire dagli anni cinquanta, si sono diffusi in tutto il mondo, utilizzati per rendere resistenti ai grassi e all'acqua tessuti, carta, rivestimenti per contenitori di alimenti, ma anche per la produzione di pellicole fotografiche, schiume antincendio, detersivi per la casa.

Le loro proprietà e caratteristiche chimiche hanno però conseguenze negative sull'ambiente e a causa della loro persistenza e mobilità, questi composti sono stati rilevati in concentrazioni significative negli ecosistemi e negli organismi viventi. Ad esempio in Italia nel 2013 i risultati di una ricerca sperimentale su potenziali inquinanti “emergenti”, effettuata nel bacino del Po e nei principali bacini fluviali italiani dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e dal Ministero dell'Ambiente, indicano la presenza di sostanze perfluoro alchiliche (PFAS) in acque sotterranee, acque superficiali e acque potabili. La possibilità di monitorare in tempo reale, ed eventualmente intervenire per ridurre il livello degli inquinanti rilevati, risulta essere di estrema importanza in quest'ambito. Al tempo stesso i sistemi sensoriali basati su trasduzione ottica o elettrochimica presentano notevoli vantaggi rispetto alle normali tecniche analitiche come ad esempio un'elevata economicità, un più facile utilizzo anche da parte di personale non specializzato, ridotte dimensioni e facilità di trasporto, possibilità di interfacciamento tra più piattaforme per creare dei network intelligenti capaci di fornire una mappa in tempo reale di vaste aree.

Risultati attesi:



Il progetto di ricerca, di impostazione multidisciplinare, cercherà di sviluppare ed ottimizzare una classe di recettori basati su macrocicli porfirinici in grado di interagire selettivamente con i PFAS, una classe di inquinanti emergenti. I recettori più promettenti saranno in seguito utilizzati per realizzare dei sensori in grado di rilevare in situ ed in tempo reale la concentrazione degli inquinanti target direttamente nelle acque da monitorare. Sarà valutata la possibilità di utilizzare una piattaforma basata su più elementi sensibili per migliorarne le prestazioni o individuare più contaminanti contemporaneamente. Infine, saranno valutate diverse strategie per effettuare il trattamento in situ dei PFAS in modo da fornire uno strumento per ridurre la presenza di inquinanti potenzialmente nocivi nelle acque.

Il progetto mira quindi a fornire sia delle conoscenze di base sia delle metodologie applicative per il monitoraggio e il trattamento dei PFAS nelle acque. La collaborazione tra università ed industrie impegnate nel settore idrico permetterà uno scambio di conoscenze e know-how mirate sia ad ottimizzare la progettazione dei sistemi, sia alla divulgazione e sensibilizzazione riguardo le tematiche dell'inquinamento dovuto ai cosiddetti nuovi inquinanti emergenti (tramite, ad esempio, la partecipazione a seminari e conferenze).

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: **Acque del Chiampo S.P.A.**

**Firma**