



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

Il sottoscritto **Fabiana Arduini** qualifica **associato** afferente al **Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche** Interno **4404** email **fabiana.arduini@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: Materials for Health, Environment, and Energy

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 dottorato proposto si pone all'interno dell'obiettivo 6 dell'Agenda 2030 che si prefigge l'accesso universale ed equo all'acqua potabile sicura ed economica per tutti. Con la parola sicura si intende acqua con i parametri chimici e microbiologici all'interno dei limiti di legge. In questo contesto è importante ricordare che la Commissione Europea, a fronte dei risultati ottenuti nel progetto Europeo Norman, deputato al monitoraggio delle acque superficiali, ha lavorato per implementare la legislazione al fine di regolare gli inquinanti emergenti come i composti organici (es. pesticidi), inorganici (es. metalli pesanti) e particolato (es. nanoparticelle) (<https://www.norman-network.net/?q=node/81>). In dettaglio, la Commissione Europea nella direttiva 2013/39/UE ha riportato 45 sostanze prioritarie, e tra queste 21 sostanze prioritarie pericolose tra cui cadmio, mercurio, nonilfenolo, di(2-etilesil)ftalato e trifluralin. Attualmente la Commissione Europea sta lavorando per implementare anche la direttiva relativa all'acqua potabile, è quindi è importante avere a disposizione dei metodi analitici in grado di determinare gli inquinanti emergenti nelle acque superficiali e potabili ai livelli dei limiti di legge.

I metodi analitici convenzionali per la determinazione degli inquinanti emergenti, come le tecniche strumentali ultrasensibili avanzate (ad es. cromatografia liquida-ionizzazione elettrospray-spettrometria di massa tandem), sono ampiamente utilizzati per la loro elevata accuratezza e sensibilità, ma richiedono l'utilizzo di solventi organici generando così sostanze pericolose e difficilmente possono essere utilizzati per il monitoraggio *in situ* e in tempo reale, come richiesto dall'11° principio della Chimica Verde (<https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry>).

I risultati ottenuti dalle tecniche analitiche tradizionali pongono una rilevante domanda: è possibile sviluppare dispositivi analitici accurati in grado di rilevare inquinanti emergenti utilizzando un approccio rispettoso dell'ambiente?



In questa ottica, ad esempio è stata recentemente istituita da Elsevier la rivista *Green Analytical Chemistry*, in cui il referente del progetto è uno degli editori <https://www.journals.elsevier.com/green-analytical-chemistry/editorial-board>, al fine di sviluppare metodi analitici in grado di determinare gli inquinanti ambientali in maniera sostenibile.

In questo contesto, i sensori elettrochimici stampati hanno il vantaggio di essere sistemi analitici miniaturizzati, producibili in massa, capaci di eseguire la misura *in situ* senza la richiesta di personale specializzato. Inoltre, possono analizzare volumi di campioni di pochi microlitri riducendo l'impiego dei reagenti chimici. Un esempio evidente di sensore elettrochimico applicato nel campo biomedicale che ha fortemente impattato a livello sociale ed economico è la striscetta (biosensore elettrochimico stampato) che ogni giorno utilizzano i pazienti diabetici per la misura della glicemia. L'idea progettuale è lo sviluppo di striscette integrabili con lo smartphone per la rilevazione sostenibile di inquinanti emergenti nella matrice acqua.

In dettaglio, i sensori saranno stampati su carta, la porosità della carta da filtro sarà utilizzata non solo come supporto ma anche come contenitore per i reagenti e per il trattamento del campione, consentendo la misura con solo 5 microlitri della soluzione dei reagenti, e diminuendo quindi fortemente l'impiego dei reagenti chimici. Inoltre la striscetta di carta, dopo la misura potrà essere incenerita riducendo ulteriormente la quantità dello scarto dell'analisi. La facilità di piegatura della carta sarà utilizzata anche per costruire sensori con struttura origami per la misura multianalitica, come riportato a titolo di esempio nella Figura 1, relativa ad un biosensore origami sviluppato per la misura di pesticidi nelle acque superficiali.

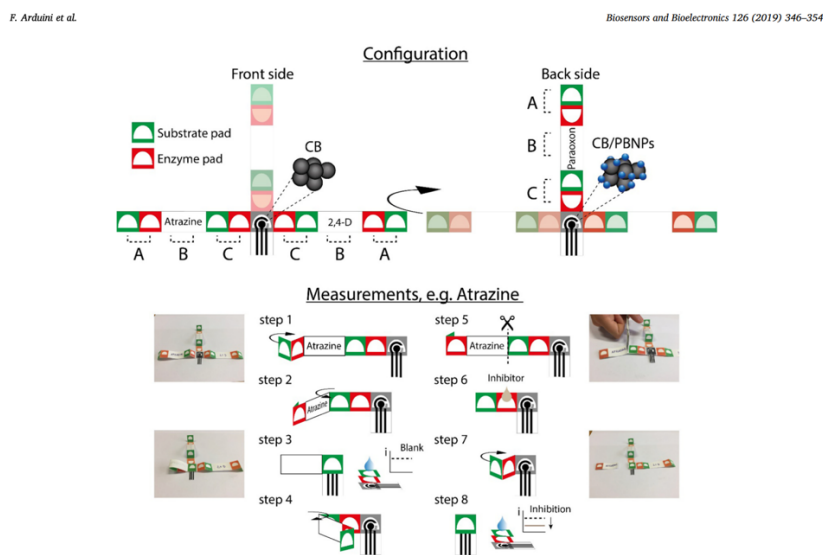


Fig. 1. Schematic representation and photographs of the configuration of the paper-based platform and measurement procedure.

**Figura 1.** Arduini, F., Cinti, S., Caratelli, V., Amendola, L., Palleschi, G. and Moscone, D., 2019. Origami multiple paper-based electrochemical biosensors for pesticide detection. *Biosensors and Bioelectronics*, 126, pp.346-354 (122 citazioni).

**Obiettivi formativi:** Lo studente all'interno di questo progetto di dottorato acquisirà le conoscenze nel settore della chimica analitica e in particolare nella sensoristica elettrochimica: un settore in forte crescita, infatti la dimensione del mercato globale dei biosensori è stata valutata a



22,4 miliardi di dollari nel 2020 e si prevede che si espanderà con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 7,9% dal 2021 al 2028.

Inoltre, lo studente avrà come obiettivi formativi specifici la capacità di utilizzo della stampante serigrafica, della stampante a cera, stampante 3D, laser cutter, potenziostati portatili al fine di saper sviluppare e produrre sistemi sensoristici elettrochimici microfluidici stampati su carta. Inoltre, data la collaborazione consolidata tra il proponente del progetto e ARPA Lazio, lo studente acquisirà le competenze della chimica analitica ambientale con gli obiettivi specifici del corretto campionamento, trattamento del campione, analisi dati dei campioni ambientali.

**Attività previste:** Sviluppo di sensori e biosensori elettrochimici stampati su carta per la misura di inquinanti emergenti come cadmio, mercurio, nonilfenolo, di(2-etilesil)ftalato e trifluralin, collaborazione con gruppi di ricerca nazionali ed internazionali, partecipazione a congressi nazionali ed internazionali, scrittura di articoli scientifici su riviste ad alto fattore di impatto e.g. Biosensors and Bioelectronics (fattore di impatto 10.618) come l'articolo sopra citato, partecipazione alla scrittura di brevetti.

**Attinenza del progetto all'area indicata:** Il progetto si pone della tematica “green” perché si occuperà di determinare inquinanti emergenti in campo ambientale e acqua potabile. La correlazione ambiente-acqua potabile è strettamente connessa, perché un inquinamento ambientale tramite i processi di percolazione porta all'inquinamento della falda idrica. Inoltre saranno sviluppati sensori elettrochimici, che tra le metodiche analitiche sono i sistemi analitici che più minimizzano l'impiego di solventi organici. Tali sensori permetteranno l'analisi *in situ* ed in tempo reale in accordo con i principi della Chimica Verde. Inoltre, la recente attività di ricerca dei sensori stampati su carta permetterà la produzione di sensori “*plastic free*” rendendo ancora più sostenibili i sensori sviluppati.

**Risultati attesi:** Sviluppo di almeno tre (bio)sensori elettrochimici stampati per la misura di inquinanti emergenti organici e.g. nonilfenolo, di(2-etilesil)ftalato e trifluralin, inorganici e.g. cadmio e mercurio, nanoparticelle e.g. nanoparticelle di argento. Produzione di almeno tre pubblicazioni e stesura di un brevetto in collaborazione con Tecnosens srl. Si prevede di estendere l'applicazione della sensoristica su carta in campo ambientale dell'azienda tenendo conto che al momento ha già un brevetto PCT depositato su un sensore stampato su carta per la misura di ipoclorito (A. Boccella Antonio, D. Moscone Danila, F. Arduini, D. Neagu, M. R. Tomei NEW SENSORS PRINTED ON PAPER NANOSTRUCTURED PCT/EP2020/056384). Lo studente parteciperà ad almeno tre congressi nazionali e due congressi internazionali e svolgerà un periodo di 6 mesi presso Tecnosens al fine di scalare a livello industriale uno dei sensori prodotti. Possibilità di essere assunto/a presso Tecnosens, tenendo conto che la Dott.ssa Neagu e la dott.ssa Tomei, attualmente nel reparto Ricerca e Sviluppo, hanno svolto il dottorato presso il gruppo di Chimica Analitica del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche, dell'Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”.

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: TECNOSENS SRL - 25, Via Francesco Antolisei – Roma. Spin-off del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche, con attività nello sviluppo di sensoristica elettrochimica per il monitoraggio della qualità delle acque e con sensori sviluppati presenti sul mercato <https://www.tsens.biz/>



**TOR VERGATA**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

**Direzione II – Ricerca, Terza Missione, Procedure  
Elettorali**

Divisione I – Ricerca Nazionale

Ripartizione III – Scuola di Dottorato

**Firma**

*Fabiana Arduini*