



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

Il sottoscritto Pier Gianni Medaglia, qualifica professore associato afferente al Dipartimento di Ingegneria Industriale, Interno 06/72597231\_\_ email medaglia@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: \_\_\_\_\_

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

Email \_\_\_\_\_

Fondi di ricerca dipartimentali

**Progetto di Ricerca: DIPOLES (DIelectric Properties Of Layered Double Hydroxides: a promising resource for Energy Harvesting and environmental Sciences)**

Descrizione del Progetto:

La crisi ambientale ed energetica che affronteremo nei prossimi anni richiede con urgente bisogno di sviluppare nuovi paradigmi di ricerca per la generazione e la raccolta dell'energia. Un modo interessante ed efficace per rispondere all'attuale situazione è, dunque, l'harvesting dell'energia ambientale (in particolare di quella che andrebbe persa, di natura termica, meccanica, vibrazionale, fotovoltaica).

Il progetto di ricerca triennale DIPOLES si incentra in primo luogo sulla ingegnerizzazione e sullo sviluppo di materiali nanostrutturati innovativi, e la successiva realizzazione e caratterizzazione di nanogeneratori ibridi per la raccolta di energia alternativa. Il lavoro si baserà quindi inizialmente sullo studio di una famiglia di materiali tipo LDH (Layered Double Hydroxide) che hanno destato notevole attenzione presso la comunità scientifica internazionale.



Gli LDH sono costituiti da cationi metallici, bivalenti o trivalenti coordinati con un doppio strato di idrossidi, che costituiscono quindi dei double layers. La stratificazione dei layers, carichi positivamente, comporta l'intercalazione, tra uno strato e l'altro, di anioni semplici (ad es.  $\text{OH}^-$ , o  $\text{Cl}^-$  o  $\text{NO}_3^-$ ), o molecole anioniche complesse (ivi compresi alcuni farmaci). Notevoli e spesso innovative sono le applicazioni degli LDH, ma il presente progetto triennale si concentrerà su tre direzioni principali: l'Energy Harvesting, la realizzazione di supercapacitori e la purificazione delle acque.

Analogamente a quanto già dimostrato con altre famiglie di materiali (primo fra tutti l'ossido di Zinco nanostrutturato, ma anche dielettrici più "tradizionali"), gli LDHs, anche in sinergia con altri materiali, sono estremamente promettenti per la realizzazione di dispositivi PENG (Piezo-electric Nanogenerators), TENG (Tribo-electric Nanogenerators) e Pyro-electric Nanogenerators.

Gli LDH sono inoltre conduttori ionici che, se depositati su "current collectors" metallici, possono essere impiegati come elettrodi porosi, al fine di aumentare enormemente il rapporto superficie esposta/volume e quindi le possibilità di avere siti elettro-chimicamente attivi. In particolare, le ossido-riduzioni che avvengono all'interfaccia con l'elettrolita, che danno luogo a fenomeni chiamati "pseudocapacitivi", permettono di realizzare i cosiddetti supercapacitori, dispositivi aventi una capacità elettrica enormemente più grande dei normali condensatori. Tali sistemi, utilizzando elettroliti solidi o liquidi permettono di realizzare un gran numero di cicli carica e scarica, con interessanti valori della densità di Energia per unità di volume.

Tra le numerose applicazioni offerte, sfruttando gli effetti supercapacitivi, gli LDH vengono talvolta impiegati in dispositivi per la desalinizzazione e purificazione delle acque, in particolare per la rimozione degli ioni pesanti (heavy ions uptake). Nel progetto DIPOLES, quindi, si studierà la fattibilità e l'ottimizzazione di un sistema per la purificazione delle acque basato su LDH, eventualmente in sinergia con nano-allotropi del carbonio, mediante la deionizzazione capacitiva (Capacitive De-Ionization) che sfrutta l'intenso campo elettrico all'interno del supercapacitore per separare ed assorbire nei due elettrodi porosi gli ioni positivi e quelli negativi presenti nelle acque da purificare.

### Obiettivi formativi:

Lo studente PhD coinvolto nel progetto sarà pienamente coinvolto e acquisirà autonomia in diversi campi della scienza dei materiali (sintesi da fase vapore, idrotermale, per coprecipitazione, per scambio ionico, ecc), acquisirà padronanza di alcune tecniche spettroscopiche o per le caratterizzazioni chimico-fisiche (spettroscopia UV VIS, FTIR, RAMAN, Diffrazione di raggi X), acquisirà padronanza delle metodologie tecnologiche per la realizzazione di semplici dispositivi su substrati diversi (anche flessibili), o circuiti per il sensing contenenti materiali nanostrutturati .

### Attività previste:

- Sintesi e caratterizzazione chimico-fisica di materiali LDH basati su diversi cationi metallici (Zinco, alluminio, Magnesio, cobalto, ecc.)
- Caratterizzazione strutturale (Diffrazione di Raggi X), microscopia elettronica, misure di conducibilità elettronica, misure elettrochimiche e di carica e scarica;
- Misure di piezoelettricità, piroelettricità



- Disegno, ingegnerizzazione e realizzazione di dispositivi per la rivelazione delle grandezze fisiche, per l'energy harvesting, l'immagazzinamento di energia, la purificazione delle acque

Attinenza del progetto all'area indicata:

Lo studio e la realizzazione di dispositivi dimostratori nel campo dell'energy harvesting, l'ingegnerizzazione di supercapacitori per batterie, i devices per la deionizzazione dell'acqua e l'uptake di ioni pesanti, sono pienamente attinenti le tematiche dell'area green, anche (e soprattutto) quando gli LDH saranno depositati in sinergia con nanoallotropi del carbonio (ad es. *Few Layers Graphene*) ricavati da biomasse vegetali.

Risultati attesi:

Ottimizzazione delle proprietà dielettriche dei materiali nanostrutturati LDH e delle proprietà dielettriche, e loro funzionalizzazione, in vista della realizzazione dei dimostratori nei tre filoni di ricerca: energy harvesting, supercapacitori, Dispositivi per la Deionizzazione Capacitiva

**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:

AIRESEARCH SRL

VIA Cracovia 50 00133 ROMA - p.iva 15093681003

Roma, 25 Settembre 2021

**Firma**