



**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Riciclo dei filtri di sigaretta: recupero di acetato di cellulosa per la preparazione di materiali adsorbenti a basso costo.

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
SCIENZE CHIMICHE

Responsabile scientifico: Alessandra Gentili

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Departamento de Química, Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España

Azienda: Saluber '04 | Via Marconi 3, 04012 Cisterna di Latina | Email: info@saluber04.it

Progetto di ricerca:

I mozziconi di sigaretta sono la forma più diffusa di rifiuti al mondo [1]. Ogni anno, globalmente, vengono fumate circa 6 trilioni di sigarette, il 75% delle quali finisce nell'ambiente con effetti dannosi per la fauna acquatica e per l'uomo. Solo sulle spiagge i mozziconi costituiscono in media il 30% del totale di rifiuti raccolti. Oltre alla nicotina e agli agenti cancerogeni, i mozziconi contengono filtri di acetato di cellulosa, responsabile della lenta biodegradazione ambientale (5-12 anni di vita media). Negli anni Cinquanta e Sessanta i filtri sono stati aggiunti alle sigarette nel tentativo di renderle meno nocive. Tuttavia, a causa della loro persistenza, è molto elevata la probabilità che i mozziconi siano ingeriti da pesci, uccelli e altri animali, causandone il soffocamento e gravi danni alla salute. I costi di raccolta sono ingenti: per la loro rimozione dalle strade delle grandi città si spendono tra i 3 e i 16 milioni di euro/anno. A differenza di altre tipologie di rifiuti, i mozziconi di sigaretta possono essere riciclati, facilmente, su piccola scala, e, attraverso una raccolta organizzata (ad esempio, posizionando specifici contenitori per il riciclaggio di sigarette), agevolmente anche su grande scala.

Questo progetto di dottorato si propone di ricercare una metodologia semplice e a basso costo per il recupero sostenibile dei filtri di sigaretta e il loro impiego per la produzione di materiali adsorbenti, a base di acetato di cellulosa, da utilizzare per il risanamento delle acque e/o come dispositivi estrattivi da laboratorio.

Saranno testate diverse procedure per separare, purificare e caratterizzare l'acetato di cellulosa, componente principale del filtro, mediante l'impiego di solventi convenzionali e solventi neoterici, quali solventi eutettici e miscele a bassa temperatura di transizione.

L'acetato di cellulosa recuperato potrà essere utilizzato come materiale adsorbente per il risanamento delle acque, impiegandolo tal quale o combinandolo per preparare un composito con specifiche proprietà adsorbenti. È noto che i contaminanti organici (pesticidi, farmaci, ormoni, ecc.) possono essere rilasciati nell'ambiente acquatico attraverso gli effluenti degli impianti di depurazione e possono essere ritrovati in tracce nelle acque superficiali, sotterranee o potabili [2]. A causa dei potenziali effetti tossici di questi contaminanti sulla salute umana, è necessario utilizzare opportuni sistemi di trattamento delle acque, così da minimizzare il rischio di contaminazione delle diverse fonti della risorsa idrica. Il processo di adsorbimento è comunemente usato negli impianti di trattamento delle acque potabili, a valle di processi convenzionali, quali la coagulazione e la filtrazione, con lo scopo di rimuovere i microinquinanti. L'acetato di cellulosa può anche costituire il materiale di base per preparare dispositivi estrattivi da utilizzare in laboratorio per l'analisi di contaminanti ambientali. L'estrazione in fase solida (SPE, solid phase extraction) è una tecnica di preparazione del campione usata nei laboratori d'analisi per isolare (purificazione) e/o per concentrare

(arricchimento) gli analiti di interesse. Usualmente, i materiali adsorbenti impiegati per realizzare l'SPE sono molto costosi e l'impiego di acetato di cellulosa rappresenterebbe un'alternativa valida e sostenibile. La preparazione di sistemi ibridi innovativi potrebbe essere realizzata attraverso la produzione di aerogel in cui disperdere piccolissime quantità di nanomateriali al carbonio (nanofibre, nanotubi, grafene, nanoconi, ecc.) che garantirebbero un elevato sviluppo superficiale specifico e, conseguentemente, una spiccata capacità di arricchimento. Infine, questi dispositivi potrebbero essere resi ancora più sofisticati se dotati di proprietà magnetiche che potrebbero eludere step intermedi energeticamente dispendiosi.

La Saluber'04 S.r.l. opera da diversi anni nel settore dell'ecologia ed è specializzata nella progettazione, costruzione e gestione degli impianti di potabilizzazione e depurazione delle acque reflue civili e industriali e nella progettazione di impianti di trattamento e recupero dei rifiuti. La Saluber 04 si propone come azienda all'avanguardia sui processi di trattamento biologici e chimico fisici, utilizzando le migliori tecnologie disponibili sul mercato, con l'utilizzo di sistemi impiantistici che garantiscono elevate prestazioni e risparmi energetici. Lo staff tecnico si avvale di ingegneri esperti nel settore della biologia, della chimica e dell'ambiente. La Saluber'04 S.r.l. è in possesso di tutte le autorizzazioni e certificazioni (SOA, ISO9001 Legge 37/08) per la realizzazione di impianti nel settore pubblico ed industriale.

[1] Novotny, T. E., & Slaughter, E. (2014). Tobacco product waste: an environmental approach to reduce tobacco consumption. *Current environmental health reports*, 1(3), 208-216.

[2] Heberer T. (2002). Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicology Letters*, 131: 5–17.

Titolo del progetto (inglese): Recycling of cigarette filters: recovery of cellulose acetate for the preparation of low-cost sorbent materials.

Progetto di ricerca (inglese):

Cigarette butts are the most widespread form of waste in the world [1]. Globally, around 6 trillion cigarettes are smoked every year, 75% of which end up in the environment with harmful effects on aquatic fauna and humans. On the beaches alone, cigarette butts make up 30% of the total waste collected on average. In addition to nicotine and carcinogens, butts contain cellulose acetate filters, responsible for their slow environmental biodegradation (5-12 years of average life). In the 1950s and 1960s, filters were added to cigarettes to make cigarettes less harmful. However, due to their persistence, the likelihood that butts are ingested by fish, birds and other animals is very high, causing their choking and damaging their health seriously. Collection costs are huge: between 3 and 16 million euros/year are spent on their removal from the streets of large cities. Unlike other types of waste, cigarette butts can be recycled, easily, on a small scale, and, through an organized collection (for example, by placing specific containers for the recycling of cigarettes), effortlessly even on a large scale.

This PhD project aims to research a simple and low-cost methodology for the sustainable recovery of cigarette filters and their use to produce sorbent materials, based on cellulose acetate, to be employed for the sanitation of water and / or as laboratory extraction devices.

Different procedures will be tested to separate, purify, and characterize the cellulose acetate, the main component of the filter, using conventional solvents and/or neoteric solvents, such as eutectic solvents and low transition temperature mixtures.

The recovered cellulose acetate could be used as a sorbent material for the sanitation of water, employing it as it is or preparing a composite with specific adsorbing properties. It is known that organic contaminants (pesticides, drugs, hormones, etc.) can be released into the aquatic environment through the effluents of purification plants and can be found in traces in surface, underground or drinking waters [2]. Due to the potential toxic effects of these contaminants on human health, it is necessary to use appropriate water treatment systems, so as to minimize the risk of

contamination of the different sources of the water resource. The adsorption process is commonly used in drinking water treatment plants, downstream of conventional processes, such as coagulation and filtration, with the aim of removing micropollutants.

Cellulose acetate can also be the basic material for preparing extraction devices to be used in laboratories for the analysis of environmental contaminants. Solid phase extraction (SPE) is a sample preparation technique used in analytical laboratories to isolate (purification) and / or to concentrate (enrichment) analytes of interest. Usually, sorbent materials for SPE are very expensive and the use of cellulose acetate would represent a valid and sustainable alternative. The preparation of innovative hybrid systems could be achieved through the production of aerogels in which to disperse very small quantities of carbon nanomaterials (nanofibers, nanotubes, graphene, nanocones, etc.) which would guarantee a high specific surface development and, consequently, a strong capability of enrichment. Finally, these devices could be made even more sophisticated if exhibiting magnetic properties that could circumvent energetically expensive intermediate steps.

Saluber'04 S.r.l. has consolidated experience in the ecological field and it is specialized in the design, construction and management of civil and industrial wastewater treatment and purification plants and in the design of waste treatment and recovery plants. Saluber 04 proposes itself as a company at the forefront of biological and chemical-physical treatment processes, using the best technologies available on the market, with the use of plant systems that guarantee high performance and energy savings. The technical staff employs experienced engineers in the fields of biology, chemistry and the environment. Moreover, Saluber'04 S.r.l. has all the authorizations and certifications (SOA, ISO9001 Law 37/08) for the construction of plants in the public and industrial sector.

[1] Novotny, T. E., & Slaughter, E. (2014). Tobacco product waste: an environmental approach to reduce tobacco consumption. *Current environmental health reports*, 1(3), 208-216.

[2] Heberer T. (2002). Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicology Letters*, 131: 5–17.