

## Progetti corso di dottorato in Diritto e scienze umane

### 1. **Titolo del progetto: Investimenti sostenibili alla luce dei criteri ESG per contrastare il cambiamento climatico**

Dottorato di ricerca in diritto e scienze umane / progetti su Sostenibilità / Green

Proponente/tutor: Marta Cenini

Area tematica: 'Green' (diritto e politiche in tema di sostenibilità con particolare riferimento al settore delle energie)

Settori ERC: SH2 Institutions, Governance and Legal Systems, Political science, international relations, law, SH2\_4 Legal studies, constitutions, human rights, comparative law, SH7 Human Mobility, Environment, and Space, SH7\_6 Environmental and climate change, societal impact and policy

Struttura di afferenza: Dipartimento di Diritto, Economia e Culture

Partner industriale: ENI S.p.A. (si allega lettera di impegno dell'azienda)

Periodo all'estero (facoltativo): NO

L'Unione Europea già da molto tempo ha attuato una politica volta a rendere l'Europa più sostenibile anche attraverso politiche di controllo e monitoraggio dell'impatto delle imprese sui cd. fattori ESG ossia Environmental (ambientali), Social (sociali) and Governance (di governo delle imprese). Nel gennaio 2020 è stato proposto di introdurre a livello europeo una due diligence obbligatoria su queste tematiche e questo trend ha avuto una accelerazione a seguito del diffondersi della pandemia da Covid 19 dal momento che è ormai acclarato che le imprese che attuano strategie ESG sono anche state quelle più resilienti. Uno dei settori maggiormente influenzati da questa normativa è senza dubbio il settore dell'energia e delle risorse naturali. L'obiettivo di queste politiche infatti è quello di una transizione verso una low-carbon economy e dell'implementazione di una cultura della sostenibilità e della responsabilità delle imprese rispetto all'ambiente e ai diritti umani lungo tutta la catena di produzione. Il progetto di ricerca avrà come partner una delle società più attive in questo campo, ossia ENI. Quest'ultima già da molti anni ha elaborato una strategia per rendere sostenibile la propria attività e i propri prodotti, investendo molte risorse nella ricerca e nelle soluzioni in merito alla produzione di energia pulita e alla decarbonizzazione. Il progetto dunque si incentrerà sull'approfondimento e il monitoraggio del quadro normativo relativo alle tematiche ESG nelle organizzazioni sia pubbliche che private, inclusa l'individuazione e la valutazione dei rischi ESG con particolare riferimento al tema del cambiamento climatico. La ricerca così condotta avrà un impatto su tutte le aziende e imprese del territorio e sarà in grado di proporre strategie per prevenire e gestire i rischi ESG.

### 2. **Titolo del progetto: Filiera tessile sostenibile: l'adattamento del settore alle normative ambientali e il ruolo della carbon footprint.**

Proponente/Tutor: Barbara Pozzo

Area tematica: 'Green' (diritto e politiche in tema di sostenibilità con particolare riferimento al settore tessile)

Settore ERC: SH2 Institutions, values, beliefs and behaviour: sociology, social anthropology, political science, law, communication, social studies of science and technology (SH2\_10 Private, public and social law)

Struttura di afferenza: Dipartimento di Diritto, Economia e Culture

Partner industriale: Mantero Seta SpA (si allega lettera di impegno dell'azienda)

Periodo all'estero (facoltativo): si

Durata periodo all'estero: 6 mesi.

Progetto: La filiera del tessile e della moda è la terza voce del PIL italiano, fortemente collegata all'export e che è stata gravemente penalizzata dalla pandemia da Covid-19. Come già previsto dal 2012 dalla Camera Nazionale della Moda con uno specifico manifesto sulla sostenibilità della filiera della moda le politiche green devono diventare la cifra caratterizzante del futuro sviluppo di questo settore industriale, che da un lato è vitale per l'economia italiane e dall'altro è fortemente impattante sull'ambiente. Il distretto tessile di Como rappresenta tradizionalmente il punto di riferimento europeo

– o forse meglio dire mondiale – per i tessuti serici di alta gamma. Negli ultimi anni il settore tessile comasco ha dovuto affrontare diverse sfide anche in ambito ambientale: non si tratta solo del necessario adattamento dei processi produttivi alle normative cogenti, ma anche di tener conto della sempre più marcata sensibilità dei consumatori rispetto alle tematiche ‘green’. Alla luce di questo contesto, il progetto di ricerca mira ad analizzare l’impatto delle normative, così come degli strumenti volontari, sulle pratiche di sostenibilità dell’azienda, misurandolo sia da un punto di vista economico, che ambientale (taglio delle emissioni di CO<sub>2</sub>, riutilizzo e riciclo di materiale di scarto, riduzione dell’acqua utilizzata...). In particolare una parte della ricerca sarà dedicata al ruolo della carbon footprint di prodotto, indicatore che quantifica tutte le emissioni di gas ad effetto serra durante l’intero ciclo di vita del prodotto (‘dalla culla alla tomba’). Attraverso la carbon footprint l’azienda può conoscere e comunicare con precisione il livello delle emissioni generato dai prodotti che realizza e che offre sul mercato. Questo indice di qualità è sempre più percepito dai consumatori come espressione della sostenibilità del prodotto e dell’impegno dell’azienda nella riduzione delle emissioni e nella lotta ai cambiamenti climatici. Il partner industriale del progetto sarà Mantero Seta SpA, leader nella creazione, produzione e distribuzione di tessuti ed accessori tessili di lusso e da tempo impegnato nel processo di adeguamento del proprio procedimento produttivo alle sempre più incisive regolamentazioni ambientali che coinvolgono il settore, come testimonia l’adesione al progetto COMO - Città Creativa UNESCO, sulla moda sostenibile, a cui aderisce l’Università dell’Insubria.

3. **Titolo del progetto: Profili giuridici della sostenibilità nella comunicazione aziendale**

Proponente/tutor: Valentina Jacometti

Area tematica: ‘Green’ (diritto e politiche in tema di sostenibilità con particolare riferimento al settore tessile)

Settore ERC: SH2 Institutions, values, beliefs and behaviour: sociology, social anthropology, political science, law, communication, social studies of science and technology (SH2\_10 Private, public and social law)

Struttura di afferenza: Dipartimento di Diritto, Economia e Culture

Partner industriale: Ostinelli Seta S.p.a. (si allega lettera di impegno dell’azienda)

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: mesi 6

Progetto: La filiera del tessile e della moda è la terza voce del PIL italiano, fortemente collegata all’export e che è stata gravemente penalizzata dalla pandemia da Covid-19. Come già previsto dal 2012 dalla Camera Nazionale della Moda con uno specifico manifesto sulla sostenibilità della filiera della moda le politiche green devono diventare la cifra caratterizzante del futuro sviluppo di questo settore industriale, che da un lato è vitale per l’economia italiana e dall’altro è fortemente impattante sull’ambiente. Il distretto tessile di Como rappresenta tradizionalmente il punto di riferimento europeo – o forse meglio dire mondiale – per i tessuti serici di alta gamma. Negli ultimi anni il settore tessile comasco ha dovuto affrontare diverse sfide anche in ambito ambientale: non si tratta solo del necessario adattamento dei processi produttivi alle normative cogenti, ma anche di tener conto della sempre più marcata sensibilità dei consumatori rispetto alle tematiche ‘green’. Alla luce di questo contesto il progetto è volto ad esaminare la disciplina giuridica della comunicazione e della pubblicità nell’ambito della sostenibilità nella filiera del tessile e della moda. Un’adeguata comunicazione ambientale è essenziale nel settore del fashion, più che in altri ambiti, perché una parte sostanziale della moda sostenibile riguarda caratteristiche intangibili (quali il consumo d’acqua, la riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> nel processo di produzione, ecc.) e la conoscenza di tali informazioni da parte dei consumatori si fonda, pertanto, essenzialmente, sulla comunicazione. Alla luce di queste considerazioni, il progetto si propone di condurre, con il supporto del partner industriale, un’analisi del quadro giuridico esistente, cercando di delineare le possibili prospettive di sviluppo di regole vincolanti o di soft law volte a limitare la vaghezza e indeterminatezza della comunicazione ambientale. Il partner industriale del progetto, Ostinelli Seta S.p.a. ha da tempo adottato una policy aziendale di sostenibilità con lo sviluppo di processi che portino ad una riduzione dell’impatto ambientale della propria produzione, come testimonia l’adesione al progetto COMO - Città Creativa UNESCO, sulla moda sostenibile, a cui aderisce l’Università dell’Insubria.

4. **Titolo del progetto: La sostenibilità ambientale come strategia win-win: la green policy motore della crescita aziendale.**

Proponente//Tutor: Roberta Minazzi

Area tematica: 'Green' (diritto e politiche in tema di sostenibilità con particolare riferimento al settore tessile)

Settore ERC: SH2 Institutions, values, beliefs and behaviour: sociology, social anthropology, political science, law, communication, social studies of science and technology (SH2\_10 Private, public and social law)

Struttura di afferenza: Dipartimento di Diritto, Economia e Culture

Partner industriale: Ratti SpA (si allega lettera di impegno dell'azienda) Periodo all'estero (facoltativo): SI'

Durata del periodo all'estero: mesi 6

Progetto: La filiera del tessile e della moda è la terza voce del PIL italiano, fortemente collegato all'export. La pandemia ha fortemente penalizzato questo settore che necessita nuova linfa vitale per riprendersi dopo le misure di contenimento della pandemia. Come già previsto dal 2012 con uno specifico manifesto sulla sostenibilità della filiera della moda le politiche green devono diventare la cifra caratterizzante del futuro sviluppo di questo settore industriale, che da un lato è vitale per l'economia italiane e dall'altro è fortemente impattante sull'ambiente. Il distretto tessile di Como rappresenta tradizionalmente il punto di riferimento europeo – o forse meglio dire mondiale – per i tessuti serici di alta gamma. Negli ultimi anni il settore tessile comasco ha dovuto affrontare diverse sfide anche in ambito ambientale: non si tratta solo del necessario adattamento dei processi produttivi alle normative cogenti, ma anche di tener conto della sempre più marcata sensibilità dei consumatori rispetto alle tematiche 'green'. Alla luce di questo contesto il progetto di ricerca intende misurare, in modo concreto, quanto il progressivo cambiamento verso un modello sostenibile di produzione sia stato stimolato (e continui a essere stimolato) dalla classica normativa command and control e quanto, invece, questa transizione attesti un radicale cambio di mentalità, con il superamento della tradizionale e inattuale contrapposizione tra ambiente e sviluppo economico. In questo senso saranno analizzati strumenti volontari, quali, in primis, le certificazioni ambientali, la cui adozione testimonia l'impegno dell'azienda sul fronte della sostenibilità. Sotto quest'ultimo profilo, le scelte di acquisto dei consumatori sembrano premiare coloro che, in modo trasparente e verificato, perseguono questa strada; in questo senso sarà anche condotta un'indagine sulla sempre maggiore incidenza nel mercato tessile dei prodotti 'ambientalmente' certificati. Il partner industriale del progetto sarà Ratti SpA, azienda fondata nel 1945, oggi tra i maggiori player nella stampa di tessuti pregiati e naturali, per cui la sostenibilità non rappresenta una moda o un trend passeggero, ma una direttrice di sviluppo necessaria per rispondere ai propri clienti in maniera sempre più precisa e nel rispetto di un quadro normativo sempre più stringente, come testimonia l'adesione al progetto COMO - Città Creativa UNESCO, sulla moda sostenibile, a cui aderisce l'Università dell'Insubria.

## Progetto corso di dottorato in Fisica e astrofisica

### **Titolo del progetto: Spettroscopia e Light Scattering per la caratterizzazione funzionale di quantum dots ecocompatibili**

Proponente/Tutor: Alberto Parola (in collaborazione con Fabio Ferri)

Area tematica: IV.5, Green Settore ERC: PE3

Progetto: max 2000 caratteri

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienza e alta Tecnologia Partner industriale: LS Instruments AG, Fribourg (CH)

Periodo all'estero: SI

Durata del periodo all'estero: 9 mesi

Spettroscopia e Light Scattering per la caratterizzazione funzionale di quantum dots ecocompatibili  
Le sospensioni colloidali di nanocristalli (NCs) di semiconduttori, noti come quantum dots (QDs), rappresentano una nuova generazione di nanomateriali con enormi applicazioni nel campo fotovoltaico e optoelettronico. A oggi, QDs contenenti Piombo o Cadmio vengono già usati come sorgenti di luce, LCD display e celle solari. Tuttavia, la presenza di Pb o Cd li rende non compatibili con le norme UE. Negli ultimi anni, è emersa una nuova classe di green QDs basati su semiconduttori ternari che non contengono Pb o Cd e possono essere sintetizzati in sospensioni acquose. In particolare, questi green QDs sono ottimi emettitori nel visibile, con alta resa quantica e larga accordabilità spettrale, proprietà che li rende adatti ad essere usati anche come sonde fluorescenti su sistemi biologici. In questo progetto vogliamo caratterizzare varie tipologie di green QDs con misure di assorbanza (ABS), fotoluminescenza (PL) e dynamic light scattering (DLS) che verranno implementate presso il laboratorio del Prof. Fabio Ferri, co-proponente di questa attività, nella quale intendiamo investigare alcuni temi ancora controversi, quali ad esempio: la correlazione tra il diametro dei NCs e il picco di PL, la stabilità delle sospensioni di NCs, l'impatto della formazione di aggregati sullo spettro PL. Il dottorando svolgerà uno stage di 9 mesi presso la ditta LS Instruments AG, Fribourg (CH) (leader mondiale di strumenti di scattering) acquisendo competenze di alto profilo tecnologico, sicuramente rivendibili in termini valorizzazione del capitale umano e di ricadute scientifiche sul territorio italiano. Il progetto ricade a pieno titolo tra le traiettorie di sviluppo previste dal SNSI (Materiali innovativi ed ecocompatibili) e dal PNR 2021-2027 (Green Technologies) in quanto si configura come un'attività finalizzata allo sviluppo e ottimizzazione di nuovi nanomateriali ecocompatibili, con applicazioni su larga scala in settori di alto impatto tecnologico e industriale.

## Progetto corso di dottorato in Informatica e matematica del calcolo

### **Titolo del progetto: Intelligent Reusable Packaging**

Proponente/Tutor: Dr. Pietro Colombo

Area tematica: Machine learning, Deep Learning e Computer Vision

Settore ERC: PE6\_11

Progetto: Il progetto di ricerca mira ad analizzare e ottimizzare la digitalizzazione dei processi aziendali nell'ambito della sostenibilità ambientale e della circular economy per aziende che intendono ridurre l'impatto ambientale causato dal packaging monouso impiegato nel settore del food delivery, attraverso la creazione di un sistema logistico che consenta l'uso di packaging riutilizzabile [1]. Questo progetto intende fornire delle soluzioni che contribuiscono in modo significativo e quantificabile alla riduzione dell'inquinamento causato dalla plastica monouso. In questo contesto, l'attività di ricerca del progetto di dottorato contribuirebbe a: Studiare soluzioni per ottimizzare i percorsi e i processi aziendali di tracking e monitoraggio dei contenitori, attraverso soluzioni digitali e meccanismi di machine learning e intelligenza artificiale. Studiare soluzioni per la verifica del processo di lavaggio dei contenitori, basate sulla Computer Vision [2]. Utilizzare la Computer Vision e il Deep Learning per ottimizzare il processo di manipolazione dei contenitori sfruttando anche la lettura dei QR code [3]. Supportare in maniera significativa l'R&D di aziende che hanno, fra i temi principali: la conservazione degli ecosistemi e della biodiversità, lo sviluppo sostenibile, e la mitigazione del cambiamento climatico. Nello specifico, in Europa, i rifiuti legati al food packaging hanno registrato un continua crescita in termini di quantità dal 2008 al 2018 (+9,4%) raggiungendo 77,7 milioni di tonnellate nel 2018. Il food packaging monouso oggi rappresenta il 65% dei rifiuti totali derivanti da imballaggi ed è altresì responsabile di circa la metà dell'impatto ambientale della intera food value chain, principalmente a causa dell'elevato bisogno di risorse come energia, acqua e sostanze chimiche nella fase di produzione, nonché a causa dell'emissione di gas serra durante la fase di incenerimento. Attraverso l'attività di ricerca svolta durante il percorso di dottorato si punta ad incrementare l'interscambio fra attività di ricerca e mondo produttivo, mettendo a fattor comune competenze specifiche al fine di massimizzare gli effetti positivi in ambito "green" propri delle aziende di riferimento. [1]. Coelho, Patricia Megale, et al. "Sustainability of reusable packaging—Current situation and trends." *Resources, Conservation & Recycling*: X 6 (2020): 100037. [2]. Liang, Qiaokang, et al. "Real-time comprehensive glass container inspection system based on deep learning framework." *Electronics Letters* 55.3 (2019): 131-132. [3]. Pan, Zhangchao, et al. "Manipulator Package Sorting and Placing System Based on Computer Vision." 2020 Chinese Control And Decision Conference (CCDC). IEEE, 2020.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate (DiSTA) Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Zero Impact S.r.l SB - Via Panfilo Castaldi 37, 20124 Milano - P. Iva e C.F.: 11669880962 - [www.zeroimpact.com](http://www.zeroimpact.com) Periodo all'estero (facoltativo): SI Durata del periodo all'estero: 2 mesi

### **Progetto corso di dottorato in Methods and models for economic decisions**

#### **1. Titolo del progetto: Salvaguardia della salute e dell'ambiente. Politiche di incentivazione alla mobilità attiva e intermodale**

Proponente/Tutor: Prof.ssa Elena Maggi

Area/e tematica/che: area "Green", Mobilità sostenibile, Invecchiamento della popolazione, Riduzione del cambiamento climatico

Settore/i ERC: SH7\_4 (Social aspects of health, ageing and society); SH7\_6 (Environmental and climate change, societal impact and policy); SH7\_9 (Energy, transportation and mobility)

Struttura di afferenza: Dipartimento di Economia (DiECO) – Dottorato di ricerca in Methods and Models for Economic Decisions

Partner industriale: GeneGIS G.I. Srl (Geographical Intelligence), Via Privata Cesare Battisti 1 – 20122 Milano- acronimo GGI

Abstract progetto: In un'ottica multidisciplinare la letteratura ha messo in evidenza, da un lato, come un elevato grado di mobilità individuale permetta di prevenire diverse patologie di natura psico-fisica garantendo un invecchiamento in salute. Dall'altro lato, un maggior ricorso a mezzi di trasporto sostenibili, per la mobilità di passeggeri e la movimentazione delle merci, rende possibile la riduzione dell'impatto negativo delle emissioni inquinanti sulla qualità dell'aria, salvaguardando l'ambiente e la salute dei cittadini (approccio One-Health). Di conseguenza, è di estrema rilevanza la necessità di identificare adeguate politiche di incentivazione alla mobilità sostenibile, favorendo anche efficienti e sostenibili connessioni intermodali, con lo scopo di limitare le esternalità negative sull'ambiente. Il disegno di tali politiche e la valutazione della loro efficacia, tuttavia, deve essere basata sull'analisi dei dati, inclusi quelli geografici, relativi ai flussi di traffico, all'inquinamento ambientale, nonché alle scelte dei mezzi e infrastrutture da parte di persone per diverse necessità e di imprese per la logistica dell'ultimo miglio. Tale attività di analisi sarà svolta anche in collaborazione con l'azienda GGI, che ospiterà il dottorando per un periodo non inferiore a 6 mesi. Obiettivo principale della ricerca è lo studio della relazione tra scelte modali, politiche di mobilità sostenibile e salvaguardia dell'ambiente e della salute, guardando sia al trasporto di persone che a quello delle merci. L'attività di ricerca sarà strutturata in tre parti principali. Innanzitutto, partendo dai risultati della ricerca "HAPPY – Health, Accessibility, Public transport Policies for elderly"<sup>1</sup>, ci si focalizzerà sulla relazione fra mobilità attiva, benessere individuale degli over 50 e impatto socioeconomico, in collaborazione con ricercatori di area medica e biologica, nell'ambito del Centro di Ricerca sull'Invecchiamento di Successo, di prossima creazione presso la sede Uninsubria di Busto Arsizio. Nella seconda parte, l'analisi si concentrerà sulla logistica dell'ultimo miglio e sulla relazione tra i sistemi di distribuzione urbana delle merci, anche alla luce della crescita dell'e-commerce, e l'inquinamento ambientale. Infine, verranno analizzate le connesse politiche di incentivazione alla mobilità sostenibile a livello regionale, nazionale ed europeo. 1 <https://www.uninsubria.it/progetto-di-ricerca/happy-health-accessibility-public-transport-policies-elderly>

#### **2. Titolo del progetto: Investimenti infrastrutturali, sostenibilità e trasferimento tecnologico**

Proponente/Tutor: Andrea Vezzulli

Area tematica: are "Green", Sviluppo sostenibile, Investimenti infrastrutturali, Mobilità sostenibile.

Settore ERC: SH7\_5 Sustainability sciences, environment and resources; SH7\_6 Environmental and climate change, societal impact and policy; SH1\_9 Industrial organisation; entrepreneurship; R&D and innovation

Struttura di afferenza: Dipartimento di Economia - PhD Program in Methods and Models for Economic Decisions

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Techinnova S.p.A. (<https://techinnova.eu/>), incubatore di start-up innovative. VIA Inno (<https://viainno.u-bordeaux.fr/en/>), piattaforma di research intelligence, spin-off dell'Università di Bordeaux.

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: 12 mesi (6 mesi internship presso VIA Inno - Bordeaux + 6 mesi come visiting student presso OCSE – divisione: Economic Transformation and Development, Parigi). Descrizione Progetto (ITA): Investimenti infrastrutturali, sostenibilità e trasferimento

tecnologico Gli investimenti in infrastrutture di elevata qualità e a basso impatto ambientale sono necessari per permettere la circolazione sostenibile di persone, merci, informazioni e idee. Questo riguarda soprattutto il settore dei trasporti, dell'energia e delle telecomunicazioni. Tuttavia, molti paesi del mondo soffrono di una limitata capacità di finanziare, realizzare e gestire grandi progetti infrastrutturali. Queste difficoltà hanno profondamente modificato il panorama degli investimenti in infrastrutture. Da un lato, vi è un sempre maggiore coinvolgimento di investimenti privati. Dall'altro lato, gli investimenti in infrastrutture sono diventati una delle componenti principali degli aiuti internazionali, con differenti pratiche di finanziamento e donazioni tra le economie sviluppate e quelle emergenti del cosiddetto "global south". Questi nuovi investitori e finanziatori internazionali possono quindi giocare un ruolo fondamentale per accelerare la transizione verso la realizzazione di infrastrutture innovative e sostenibili a livello globale. Questo progetto si propone di analizzare se e come il trend degli investimenti infrastrutturali, a livello nazionale e internazionale, influisce sulle capacità di innovare e sulla sostenibilità (economica, sociale e ambientale) dei paesi destinatari. I risultati della ricerca si articoleranno in tre essay/capitoli distinti.

Il primo essay consiste in una mappatura dei flussi finanziari degli investimenti infrastrutturali (ODA, PPPs, FDI) dal paese di origine a quello di destinazione, disaggregati a livello settoriale, con lo scopo di creare un modello gravitazionale a livello globale dei flussi finanziari degli aiuti e degli investimenti in infrastrutture. Questo primo essay verrà elaborato principalmente durante il periodo di internship in VIA Inno a Bordeaux, durante il quale lo studente perfezionerà e applicherà le principali tecniche di gestione e analisi di dati su database differenti. Nel secondo essay si utilizzerà il modello gravitazionale sviluppato per identificare i principali settori coinvolti nei flussi d'investimento infrastrutturale e le principali caratteristiche dei paesi di origine/destinazione che incoraggiano l'innovazione tecnologica e la sostenibilità ambientale. Il terzo e ultimo essay mira ad identificare e analizzare quali politiche nazionali possono maggiormente incoraggiare investimenti in infrastrutture che massimizzano gli spill-over tecnologici e ne migliorano l'impatto ambientale. Il processo di stesura di quest'ultimo essay beneficerà della collaborazione e supervisione della Dott.ssa Annalisa Primi, head of Economic Transformation and Development Division dell'OCSE, presso il quale dirige un progetto su investimenti infrastrutturali e innovazione.

Descrizione Progetto (ENG): Infrastructure investments, sustainability, and technological transfer High quality green infrastructure is urgently needed to ensure access to healthy environments while accelerating the circulation people, goods, information, and ideas. This concerns in particular sectors such as roads, ports, energy, water, and telecommunication. However, many countries suffer from low capacity to finance, implement, and manage these infrastructure projects. Given these difficulties, the landscape of infrastructure has undergone substantial changes. For one, the private sector is increasingly involved. Meanwhile, infrastructure investment has become one of the main components of international aid, with distinct donor practices observed between and across advanced economies and the global south. These emerging donors and investors have the potential to be leaders in green infrastructure technologies or to perpetuate the traditional paradigm. Through a series of three chapters, the PhD thesis project proposes to investigate whether the current trends in infrastructure investments affects the innovation capabilities and, mostly, the economic sustainability. The first essay consists of a global mapping of infrastructure finance flows (ODA, PPPs, FDI) from its origin to its destination and disaggregated by sectors of infrastructure, with the aim to create a global gravity model for infrastructure investment and aid. This first essay will be done in Bordeaux, during the internship at VIA Inno in order to learn database manager techniques and exploit different data sources. The second essay uses that gravity model to identify the sector of infrastructure investment and the characteristics of investor/donor countries that encourage sustainability and technological accumulation in recipient countries. The third essay creates a policy framework that maximizes the environmental and technological spill overs from infrastructure at the national level. This essay will be done in collaboration with the OECD, in particular with Annalisa Primi, head of Economic Transformation and Development Division, who leads a project on infrastructure investment and innovation.

## Progetto corso di dottorato in Scienze chimiche e ambientali

### Curriculum Scienze Chimiche

1. **Titolo del progetto: Materiali perovskitici per celle fotovoltaiche ad alta efficienza e basso impatto ambientale**

Proponente/Tutor: Antonietta Guagliardi

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Area tematica: IV.5, Green

Settore ERC: PE5

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Eni S.p.A.

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: 6 mesi

Progetto: Il cambio di paradigma dell'UE in ambito energetico-ambientale con il Next Generation EU ed il suo inserimento all'interno del PNRR Italiano (pilastro della Transizione verde), assegnano un ruolo strategico allo sviluppo di tecnologie basate sull'impiego di fonti di energia rinnovabile e pulita come l'energia solare, per il raggiungimento degli obiettivi di contrasto ai cambiamenti climatici. Tali obiettivi prevedono, in accordo con l'Agenda 2030 dell'ONU, l'abbattimento entro il 2030 delle emissioni di gas serra del 55% rispetto ai livelli del 1990. Le traiettorie di priorità nazionale (SNSI: Materiali innovativi ed ecocompatibili; Tecnologie per le smart grid e le fonti rinnovabili; PNR 2021-2027: nuovi materiali e nuove tecnologie assistite dal fotovoltaico) ben definiscono l'ambito della ricerca per lo sviluppo di celle fotovoltaiche. Il progetto di dottorato qui proposto si inserisce coerentemente in tali traiettorie. Il settore del fotovoltaico ha subito negli ultimi 10 anni una rivoluzione con l'avvento di semiconduttori a struttura perovskitica a base di alogenuri di Pb, che hanno consentito di raggiungere in pochi anni efficienze (power conversion energies certificate da NREL) del 25.6%, confrontabili a quelle di sistemi commercializzati basati su tecnologia a silicio. Il vantaggio di semiconduttori perovskitici è quello di poter essere depositati come film da soluzioni, abbattendo in modo considerevole i costi di produzione dei dispositivi. Tuttavia, le perovskiti mostrano problemi di stabilità chimica che ne degradano rapidamente l'efficienza in condizione operative, nonché di tossicità per la presenza di piombo. Il progetto prevede lo sviluppo di materiali perovskitici Pb-free ad alta efficienza e stabilità ambientale, la realizzazione di dispositivi con tecniche ink-jet in collaborazione con ENI SpA e l'utilizzo di tecniche di caratterizzazione strutturale/funzionale avanzata (presso large-scale facilities, in operando, e presso i laboratori ENI).

2. **Titolo del Progetto: Materiali porosi avanzati di natura ibrida/organica inorganica per la cattura o la rivelazione di inquinanti emergenti nelle acque**

Proponente: Prof.ssa Simona Galli

Struttura di Afferenza: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Area tematica: Chimica inorganica e dei materiali

Settore ERC PE5

Progetto: L'inquinamento da prodotti farmaceutici (PF), esempio di Contaminanti Emergenti [Chem. Eng. J. 2019 369 928], è un problema da affrontare su scala globale a tutela della salute degli esseri viventi e dell'ambiente. Il consumo di PF è funzione dell'aumento di popolazione mondiale e ricchezza delle regioni più sviluppate. Alcuni PF non vengono completamente metabolizzati dal corpo umano, né dagli impianti di trattamento delle acque reflue [Environ.Sci.Tech. 2019 53 7463], raggiungendo acque superficiali e profonde [Chem.Rev. 2019 119 3510]. Lo sviluppo di tecnologie efficaci per rivelare o rimuovere PF dalle acque è di estrema importanza, vedasi: a) Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (Traiettoria di Sviluppo: Sistemi e tecnologie per il water e il waste treatment); b) 6 *Clean water and sanitation* (17 Obiettivi ONU per lo Sviluppo Sostenibile). Grazie a porosità permanente, elevata area superficiale, modulabilità di dimensioni e chimismo dei pori, i framework metallorganici (MOF) sono applicabili in quest'ambito [Chem.Rev. 2020 120 8378]. Il progetto propone sintesi e caratterizzazione di MOF con leganti luminescenti. A parità di scheletro del legante, ne verranno



modulate lunghezza o funzionalizzazione per isolare MOF isoreticolari con dimensioni e/o decorazione dei pori diverse. Dopo studio strutturale e spettroscopico dei MOF tal quali, si studieranno a) la variazione delle loro proprietà di luminescenza in soluzioni acquose di PF modello; b) i siti di adsorbimento e le interazioni host-guest nei sistemi PF@MOF recuperati dalle acque. Tale caso di studio contribuirà a chiarire il ruolo di dimensioni e chimismo dei pori sulle prestazioni dei MOF quali sensori di PF nelle acque. La proponente ha esperienza pluriennale nello studio strutturale e funzionale di MOF. BioC-Chem Solutions ha esperienza nell'individuare e identificare contaminanti organici con tecniche cromatografiche in soluzione, costituendo una preziosa risorsa complementare. Partner Industriale (collaborazione obbligatoria per 6 mesi) BioC-CheM Solutions S.r.l. Via R. Lepetit, 34 21040 Gerenzano (VA)  
Periodo all'Estero (facoltativo) Previsto  
Durata del Periodo all'Estero 6 mesi

3. **Titolo del progetto: Metodologie sostenibili di sintesi per la produzione di nuovi antivirali**

Proponente/Tutor: Prof. Gianluigi Brogginì

Area tematica: Per la SNSI: Processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale.

Per il PNR: 5.6.1 Green technologies. Articolazione 1. Biochemicals, bioprodotto e processi chimici sostenibili in sinergia con biofuels, bioenergy e agroenergie

Settore ERC: PE5\_23 Organic chemistry

Progetto: Lo sviluppo di processi sostenibili per la tutela della salute e la salvaguardia dell'ambiente è fondamentale in qualsiasi ambito produttivo e, a maggior ragione, diventa imprescindibile nel settore farmaceutico per il continuo fabbisogno di medicinali di cui la società necessita. Infatti, i problemi legati alla disponibilità e alla fornitura di cure medicinali sono recentemente emersi con la crisi del COVID 19 come un limite inaspettato a livello globale. Per ridurre fortemente l'impatto ambientale nella produzione di farmaci su larga scala, diventa importante concepire metodi di preparazione che evitino l'uso di reagenti non regolamentati già nella fase iniziale di progettazione e sviluppo di nuovi principi attivi. Il progetto di dottorato si focalizza sullo studio di processi sintetici ecocompatibili di antivirali, utilizzabili anche in possibili sequenze adatte per la produzione di molecole anti-SARS-CoV2. Verranno privilegiati analoghi nucleotidici di tipo isossazolidinico e morfolinico, ottenibili attraverso la costruzione lineare di eterobasi su uno scaffold carbociclico oppure mediante sintesi convergenti accoppiando porzioni eterocicliche con eterobasi selezionate. La sostenibilità delle metodologie impiegate, trasferibili su scala industriale, terranno conto i) della sostituzione di solventi pericolosi con solventi derivanti da fonti rinnovabili e facilmente riciclabili; ii) dell'impiego preferenziale di metodi organo-catalitici a discapito di catalizzatori a base di metalli pesanti per ottenere percorsi stereoselettivi; iii) della produzione di intermedi avanzati che permettano di ridurre il numero di passaggi sintetici per ottenere le molecole finali, con conseguente diminuzione di materiali di scarto. L'attività di ricerca sarà completata da un periodo di sviluppo delle sintesi programmate presso l'Azienda OLON S.p.A. che ha nelle sue attività anche lo sviluppo di processi industriali relativi ad antivirali e da un approfondimento tematico presso i laboratori di ricerca del Prof. Chris Meier dell'Università di Amburgo.

Struttura di riferimento: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Partner industriale: OLONSpA

Periodo all'estero: SI

Durata del periodo all'estero: 6 mesi

4. **Titolo del progetto: Sviluppo di protocolli green per la formazione di legami ammidici e peptidici**

Proponente/Tutor: Prof. Umberto Piarulli

Area tematica:

Settore ERC: SNSI: Processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale  
PON: Azione IV.5 Dottorati su tematiche Green  
PNR: 5.6.1 Green Technologies – Articolazione 1: Biochemicals, bioprodotto e processi chimici sostenibili in sinergia con biofuels, bioenergy e agroenergie  
PE5\_23 Organic chemistry

Progetto: max 2000 caratteri: Nonostante la grande diffusione delle ammidi nei farmaci, nei prodotti di origine naturale e nei peptide, le reazioni di formazione del legame ammidico sono tra le più dispendiose in termini economici, di impatto ambientale e produzione di rifiuti, particolarmente in termini di solventi organici tossici. Anche in termini di atom economy, la formazione di legami ammidici e peptidici richiede grandi eccessi di reattivi e di ripetuti passaggi di protezione e deprotezione che allungano le sequenze sintetiche e generano grandi quantità di sottoprodotti. Già nel 2007, il tavolo di lavoro costituito nell'ambito dell'American Chemical Society con lo scopo di promuovere l'integrazione di protocolli green nell'industria farmaceutica, aveva identificato la formazione del legame ammidico come una sfida prioritaria. Questo progetto di dottorato si propone di studiare un approccio innovativo alla formazione del legame ammidico/peptidico attraverso l'utilizzo di protocolli che minimizzino il ricorso a strategie di protezione e attivazione dei gruppi funzionali, utilizzino procedure mecano-chimiche a basso consumo energetico, utilizzino catalizzatori metallici a bassa tossicità (ad esempio titanio alcossidi e esteri boronici) e solventi non-tossici ottenuti da fonti rinnovabili (come ad esempio l'etanolo o l'acetato di etile). Il progetto si svilupperà in 3 fasi corrispondenti ad un aumento della complessità molecolare dei prodotti delle reazioni: i) formazione di ammidi in piccole molecole non peptidiche attraverso metodologie catalitiche; ii) formazione di legami ammidici usando amminoacidi come substrati e formazione di dipeptidi; iii) formazione di legami peptidici in polipeptidi e valutazione della sintesi in fase solida. Il ruolo del partner industriale ITALFARMACO SpA, azienda leader nella sintesi di peptidi farmacologicamente attivi, sarà quello di identificare le sequenze peptidiche di interesse industriale da realizzare secondo queste metodologie innovative e di realizzare lo studio di fattibilità valutando l'implementazione di queste metodologie in un ambito produttivo e in un processo industriale.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): ITALFARMACO SpA

Periodo all'estero (facoltativo): NO

## 5. **Titolo del progetto: Sintesi di elastomeri termoplastici da fonti rinnovabili per applicazioni tyre**

Proponente/Tutor: Lorella Izzo

Area tematica: Azione IV.5 Dottorati su tematiche green - (S.S.D. CHIM/03)

Settore ERC: PE5\_15 Polymer chemistry

Progetto: La produzione di pneumatici ha un impatto ambientale notevole dovuto alla deforestazione, all'utilizzo di combustibili fossili e alla dispersione di microplastiche nell'ambiente. Infatti, il principale componente degli pneumatici è costituito da gomma naturale, ottenuta dal lattice di alcune piante, o da gomme sintetiche. Nella formazione degli pneumatici, inoltre, le gomme (polimeri elastomerici), siano esse naturali o sintetiche, vengono sottoposte a reazioni di reticolazione in presenza di zolfo (vulcanizzazione) per rendere le loro proprietà adatte all'applicazione tyre. Tale processo rende i polimeri elastomerici non riciclabili, al contrario dei polimeri termoplastici. Questo progetto si inquadra all'interno dell'area tematica SNSI "Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente", traiettoria di sviluppo "Materiali innovativi ed eco-compatibili" e nel Grande Ambito di Ricerca e Innovazione del PNR 21-27 "Prodotti alimentari, bioeconomia, risorse naturali, agricoltura, ambiente", Ambito I: "Green Technologies". Esso ha lo scopo di individuare ed applicare molecole di origine naturale e/o provenienti da processi biotecnologici che i) polimerizzate, permettano l'ottenimento di materiali per la produzione di pneumatici; ii) conferiscano al materiale finale le proprietà tipiche delle gomme vulcanizzate ma in assenza del processo di vulcanizzazione (elastomeri termoplastici); iii) possano essere polimerizzate attraverso l'uso di reazioni radicaliche a basso impatto ambientale, quale l'ARGET-ATRP, processo noto perché conducibile in assenza di solventi organici e con quantità catalitiche dell'ordine di ppm. Il polimero che si intende sintetizzare, quindi, sarà un

materiale innovativo ed ecocompatibile, perché ottenuto da fonti naturali, prodotto attraverso una chimica sostenibile e in assenza di processi di vulcanizzazione. Infine, avrà caratteristiche di riciclabilità in quanto unirà alle proprietà dell'elastomero quelle dei polimeri termoplastici. La collaborazione con Prometeon S.r.l., azienda leader nella produzione di pneumatici, permetterà di condurre prove di caratterizzazione del nuovo materiale (proprietà fisiche e meccaniche) mediante l'uso di strumentazione avanzata presente nei laboratori di ricerca dell'impresa.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Prometeon Tyre Group S.r.l.

Periodo all'estero: NO

### Curriculum Scienze Ambientali

6. **Titolo del progetto: Valorizzazione della frazione organica dei rifiuti urbani per la produzione alternata di composto di biocombustibile per ridurre il consumo di combustibile ausiliario fossile in inceneritori per rifiuti ospedalieri in contesti a basso reddito**

Proponente/Tutor: prof. Vincenzo Torretta

Area tematica: Trattamenti biologici; Azione IV.5 "Dottorati su tematiche Green"

Settore ERC: PE 8\_3 (Ingegneria civile, ingegneria marittima/idraulica, geotecnica, trattamento rifiuti)

Progetto: (max 2000 caratteri) Una presenza tipica per la gestione dei rifiuti ospedalieri in contesti a basso reddito è quella dell'inceneritore dedicato e su piccola scala. Uno dei problemi segnalati da chi lo utilizza è l'abbondante uso di combustibili ausiliari di origine fossile per il suo funzionamento. Il progetto ha lo scopo di mettere a punto un approccio basato sul trattamento biologico aerobico in biocella della frazione organica dei rifiuti urbani (con trattamento di biofiltrazione delle emissioni generate) per la produzione alternata, secondo necessità, o di compost (configurazione convenzionale di compostaggio) o di biocombustibile solido (configurazione in modalità bioessiccazione). Il progetto terrà conto delle necessità di semplificazione tecnologica e gestionale. Il partner industriale individuato dispone già di una biocella pilota ed ha una esperienza consolidata per la realizzazione di sistemi di trattamento biologico delle emissioni gassose (i processi biologici aerobici di compostaggio e di bioessiccazione generano flussi di aria esausta che devono essere trattati). A valle di uno sviluppo teorico dell'approccio, le prove saranno effettuate presso la sede italiana del partner industriale. Come caso di studio utile ad analizzare necessità e criticità dell'iniziativa (tra cui la selezione dei rifiuti) è stato individuato un ospedale in contesto a basso reddito, caratterizzato dalla presenza di una cittadella di servizio che genera significative quantità di frazione organica non ancora trattate/valorizzate; l'ente che gestisce tale ospedale ha già dimostrato di saper realizzare e gestire soluzioni tecnologiche per la riduzione dell'impatto ambientale, grazie anche alla presenza di un direttore tecnico a ciò dedicato. Tra gli obiettivi della ricerca c'è anche quello di sviluppare una analisi comparativa del ciclo di vita della frazione organica dei rifiuti urbani, tenendo conto dello scenario zero (nessuna valorizzazione dei rifiuti in oggetto) e degli scenari sopra delineati.

Struttura di afferenza: -Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): -Air Clean Srl (Via Trento, 37, 20017 Rho MI) <https://aircleansrl.com/it/index.html>

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: -9 mesi o 6 mesi presso il compound dell'ospedale St. Mary's Hospital Lacor, Uganda (<http://www.lacorhospital.org/>), che da anni è oggetto di un progetto di minimizzazione dell'impatto ambientale locale e globale della struttura e della cittadella a supporto, progetto che non ha ancora affrontato il tema dei rifiuti urbani o 3 mesi presso altri enti (tecnologici) all'esterno per visitare casi di studio utili alla definizione di un modello integrato originale di gestione della frazione organica dei rifiuti urbani.

7. **Titolo del progetto: Criteri geologici per la realizzazione del deposito nazionale per i rifiuti radioattivi in Italia** Area tematica: Azione IV.5 Geologia strutturale ambientale/GEO 03

Proponente/Tutor: Alessandro Maria Michetti

Settore ERC: PE10\_5 Geologia, tettonica, vulcanologia

Progetto: max 2000 caratteri Il progetto si prefigge la promozione di uno sviluppo sostenibile tramite un proficuo interscambio tra il mondo della ricerca e il mondo produttivo. Il progetto è in linea con le indicazioni della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI); in particolare tra le traiettorie tecnologiche di sviluppo a priorità nazionale vengono citati “sistemi e tecnologie per le bonifiche di siti contaminati e il decommissioning degli impianti nucleari”. SOGIN S.p.A. è responsabile del decommissioning degli impianti nucleari italiani e della gestione dei rifiuti radioattivi. Il Deposito Nazionale è una struttura ambientale di superficie, inserita all’interno di un Parco Tecnologico nel quale saranno avviate attività di ricerca di alto profilo sulle nuove metodologie di gestione dei rifiuti radioattivi e su tecnologie di interesse per il territorio che ospiterà tale struttura. Nel Deposito Nazionale saranno collocati definitivamente, ossia smaltiti, circa 78.000 mc di rifiuti radioattivi a molto bassa e bassa attività, e temporaneamente, ossia stoccati, circa 17.000 mc di rifiuti radioattivi a media e alta attività, in attesa di essere a loro volta smaltiti in un deposito geologico. Progettare e gestire un impianto industriale di rilevanza strategica quale il Deposito Nazionale richiede l’analisi e la modellazione delle interazioni reciproche tra impianto e ambiente naturale, quest’ultimo caratterizzato da processi fisici in atto su scale temporali variabili su intervalli estremamente ampi (dai secondi alle decine di migliaia di anni). Il dottorato si focalizzerà su applicazioni geologiche per la parametrizzazione dei modelli necessari durante il processo di Analisi di Sicurezza (Safety Assessment); vale a dire la procedura di analisi numerica che, tenendo conto di tutte le componenti del sistema di deposito (inventario dei rifiuti, strutture del deposito, geologia del sito) consente di valutare l’impatto che l’infrastruttura può avere sull’uomo e sull’ambiente, nel breve e nel lungo periodo, in tutti gli scenari possibili. In particolare, verranno sviluppate metodologie innovative per la valutazione probabilistica della pericolosità legata a fenomeni di fagliazione superficiale cosismica (Probabilistic Fault Displacement Hazard Assessment, PFDHA), coerentemente con le nuove linee guida IAEA (International Atomic Energy Agency, revised safety guide DS507).

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): SOGIN SpA  
<https://www.sogin.it/it>

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: 6

#### 8. **Titolo del progetto: The urban environment as a driver for wildlife adaptations**

Proponente/Tutor: Adriano Martinoli, Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate, Via J.-H. Dunant 3, 2110 Varese

Area tematica: Gestione e conservazione della biodiversità/conservazione dell’ambiente

Settore ERC: LS8\_2, LS8\_3

Progetto (1993 caratteri): Urban areas are extending faster than ever in the last decades, becoming both a new profitable habitat (for more adaptable, opportunistic species), and a source of criticalities (for less mobile and sensitive ones). Furthermore, the coexistence of humans and wildlife in cities can be a source of conflicts between human activities and animal populations, a situation common in uninhabited areas, but rarely occurring in cities until now. Although the first attempts to understand urban wildlife date back to mid-1900, most of the research on urban wildlife is of recent origin, and with the exception of the most plastic species (e.g. foxes, badgers, etc.) less is known on how wildlife is getting adapted and thriving in the urban space. On these premises, the general aim of this project is to investigate species-habitat relationships using wildlife monitoring techniques in urban contexts, to achieve detailed information on how some species that in the past weren’t normally present (e.g. roe deer, red deer, wild boar, wolf, raptors, etc.) are becoming used to the urban landscapes, possibly adapting survey methods to the different conditions found in cities, that could allow a more intense use of recent sensing technologies (visual and acoustic) hardly deployable in the field due to the lack of power and network connections. On the other hand, collaborating with companies involved in the wildlife management business could lead to the acquisition of information on urban wildlife and to the development of skills and techniques useful to identify and mitigate or positively resolve possible

human-wildlife conflicts. The expected results will range from a clearer understanding of the drivers shaping the urban ecosystems and how animals adapt to them, up to the development and technological transfer of novel methods and systems useful to monitor and manage urban wildlife populations, hopefully leading to a better understanding and greater sustainability of the urban habitat. Contestualizzazione in ambito PON “Ricerca e Innovazione” 2014-2020 Il progetto si inserisce nei contesti previsti dall’Asse IV REACT-EU, con particolare riferimento all’Azione IV.5 “Dottorati su tematiche Green” (conservazione della biodiversità). Il progetto è in linea con le indicazioni della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI), con particolare riferimento all’area tematica “Salute, alimentazione, qualità della vita”, trattando di sistemi per la sicurezza dell’ambiente urbano, il monitoraggio ambientale e la prevenzione di eventi critici o di rischi, e all’area tematica “Agenda digitale, Smart Communities, sistemi di mobilità intelligente”, trattando di Sistemi per il monitoraggio ambientale.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Istituto Oikos srl, Milano

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: 6 mesi

9. **Titolo del progetto: New approaches in analyzing birds and bats movement ecology: radar, bioacoustics and the influence of anthropogenic factors**

Proponente/Tutor: Adriano Martinoli, Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate, Via J.-H. Dunant 3, 2110 Varese

Area tematica: Gestione e conservazione della biodiversità/conservazione dell’ambiente

Settore ERC: LS8\_2, LS8\_3

Progetto (1974 caratteri): Animal movement is one of the factors shaping biodiversity, and the technological developments of the last decades (e.g. GPS positioning, IoT sensors, edge computing, etc.) allowed to study wildlife movement patterns in the field at broad scales and with an unprecedented resolution, gaining knowledge on the role of “mobile link” between ecosystems of foraging, dispersing and migrating animals, ultimately acting as biodiversity stabilizing and equalizing mechanisms, as well as of the effects of human activities on migratory routes and animal movement in general. The aim of the project is to further develop an existing, state-of-the-art technological platform (AVLR, Avian Vertical Looking Radar), already in use in a continental European network to acquire seasonal data on bird migration intensity, and on the effects of human activities on stopover sites, adding the capability to positively identify at short distances bats (as well as birds) either in flight or foraging in the radar field of regard. At this purpose, the existing mobile AVLR platform will be flanked by a microphone array, so that radar data on flying animals (bats and birds) will be collected in selected habitat types, and related to three-dimensional flight path reconstructions from bioacoustic data, both classifying the flying biological object detected pairing the path informations gathered by the two independent instruments. Medium- to long-distance AVLR data will therefore be enhanced and improved by short- to medium distance microphone array data, allowing to assess the effect of different environments on flying animals movement pattern at different scales, offering a novel tool to integrate movement ecology, landscape analysis and biodiversity research to reconcile the existence of animal populations on the move with the expanding pressures of humankind, possibly the most “mobile link” existing on the planet and thus a source of often undetected ecosystemic interferences. Contestualizzazione in ambito PON “Ricerca e Innovazione” 2014-2020 Il progetto si inserisce nei contesti previsti dall’Asse IV REACT-EU, con particolare riferimento all’Azione IV.5 “Dottorati su tematiche Green” (conservazione della biodiversità). Il progetto è in linea con le indicazioni della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI), con particolare riferimento all’area tematica “Agenda digitale, Smart Communities, sistemi di mobilità intelligente”, trattando di Sistemi per il monitoraggio ambientale, sistemi elettronici “embedded” e sensori intelligenti.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Witted srl, Rovereto (TN)

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: 6 mesi

**10. Titolo del progetto: Caratterizzazione dei rischi geologici connessi alla realizzazione di serbatoi per lo stoccaggio di CO<sub>2</sub> in campi depletati.**

Proposta progetto di dottorato - XXXVII ciclo

Proponente/Tutor: Prof. Franz Livio

Area tematica: GEO-03 / Geologia strutturale

Settore ERC: PE10/5 – Geology, tectonics, volcanology,

Progetto: Lo stoccaggio geologico della CO<sub>2</sub> in campi oil & gas depletati (Carbon Capture and Storage – CCS) è una delle tecnologie ingegneristiche che possono contribuire alla decarbonizzazione del sistema produttivo. Lo stesso IPCC ha preso in considerazione fin dal 2005 questi interventi quali efficaci sistemi di mitigazione delle emissioni antropiche di CO<sub>2</sub>, soprattutto negli scenari a lungo termine. Gli impianti CCS necessitano, quale condizione preliminare e necessaria, che il serbatoio di stoccaggio sia geologicamente isolato (sealing capability), e che vi sia uno studio preliminare sulla possibilità che le attività dell'impianto possano generare micro-sismicità indotta. Il progetto di dottorato, in collaborazione con Energean, vuole esplorare la Seal Capacity ed i possibili dei rischi di leakage connessi alla realizzazione di un progetto CCS in campi depletati in Italia, nonché la valutazione del rischio di micro-sismicità indotta. Lo studio proposto è strettamente connesso agli obiettivi previsti:

- dall'azione IV.5 del PON Ricerca e Innovazione 2014-2020 (riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla promozione di uno sviluppo sostenibile);

- dalla Missione 2 del PNRR (progressiva decarbonizzazione del sistema produttivo);

- dall'area tematica nazionale 5.4.2 del SNSI, (la progettazione di nuove tecnologie (...) e di architetture dei processi fonte-utilizzazione volti a ridurre le emissioni climalteranti e ad aumentare l'efficienza nell'uso delle risorse ambientali). Il progetto verrà svolto in collaborazione con Energean: un'azienda indipendente e internazionale che gestisce asset di produzione, sviluppo ed esplorazione in nove Paesi nel Mediterraneo e nel Mare del Nord. L'azienda si è impegnata a rendere tutte le attività produttive sempre più sostenibile nel massimo rispetto della transizione energetica in atto e ad essere un emettitore net zero carbon entro il 2050, nel rispetto dei 17 obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite che rappresentano un punto di riferimento per ogni sua attività. Energean ha acquisito a fine 2020 tutti gli asset detenuti da Edison E&P, facendo di Milano la sede tecnica del gruppo. In particolare, il portafoglio italiano comprende tutte le attività, i titoli minerari e le partecipazioni societarie del settore E&P in Italia per un totale di 40 licenze, gestite principalmente dalla sede di Milano.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Energean

<https://www.energean.com/it/home/>

Periodo all'estero (facoltativo): SI (facoltativo)

Durata del periodo all'estero: 3-6 mesi

**11. Titolo del progetto: Microinquinanti nel Lago di Como: valutazione del rischio ecologico e dell'uso e riuso dell'acqua nel contesto dell'economia circolare delle risorse acquatiche**

Proponente/Tutor: Prof. Antonio Di Guardo

Area tematica/SSD: Ecologia (BIO/07), Ecotossicologia ed ecologia acquatica

Settore ERC: PE10\_17 Idrologia, inquinamento dell'acqua e del suolo

Azione di riferimento: Azione IV.5- Dottorati su tematiche Green

Coerenza con le traiettorie definite nella SNSI e nel PNR: Area tematica "Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente" e Traiettoria di sviluppo "Sistemi e tecnologie per il water e il waste treatment"

Abstract: Per la conservazione dell'ecosistema e della biodiversità è importante valutare l'impatto degli stress di natura antropica sugli ecosistemi, come ad esempio i contaminanti. In questo progetto verrà studiata la contaminazione da microinquinanti emergenti (MIE) nelle acque superficiali nel bacino

comasco del Lago di Como con l'obiettivo di valutare il rischio per l'ecosistema acquatico. Obiettivo aggiuntivo è quello di valutare l'economia circolare e la sostenibilità ambientale dell'uso e riuso dell'acqua del lago. Tale studio ha validità generale e di grande rilevanza perché è un esempio di uso e riuso dell'acqua, che viene prelevata dall'ipolimnio del lago nel bacino comasco e trattata per diventare acqua potabile distribuita nella città di Como. L'acqua usata viene poi convogliata in un impianto di trattamento dei reflui (a Como) che la restituisce nel bacino. Una recente pubblicazione (Castiglioni et al., 2019), effettuata da questo gruppo, in collaborazione con l'Istituto Mario Negri di Milano, ha mostrato in maniera preliminare come sia importante valutare il ciclo dei MIE nelle diverse acque (lago, fiumi, impianti e acqua potabile). A tal scopo diviene fondamentale ricostruire lo scenario della contaminazione con maggiore dettaglio, al fine di costruire un modello del destino ambientale in grado di prevedere le concentrazioni dei MIE nell'ambiente acquatico, la loro persistenza e il bioaccumulo negli organismi. Inoltre, con tale strumento sarà possibile individuare i contaminanti in grado di determinare un rischio apprezzabile per gli ecosistemi e per la salute umana e quindi specificare quali siano gli interventi necessari per la gestione sostenibile delle acque (ad es. regolamentazione agli scarichi, migliori sistemi di trattamento dei reflui, migliori trattamenti di potabilizzazione, ecc.).

Il lavoro verrà svolto con il gestore unico del servizio idrico integrato, Como Acqua srl.

Bibliografia citata: Castiglioni, S., Zuccato, E., Fattore, E., Riva, F., Terzaghi, E., Koenig, R., Principi, P., Di Guardo, A., 2019. Micropollutants in Lake Como water in the context of circular economy: A snapshot of water cycle contamination in a changing pollution scenario. *J. Hazard. Mater.* 121441.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Como Acqua s.r.l.

Periodo all'estero (facoltativo): NO

## Progetto corso di dottorato in Scienze della vita e biotecnologie

### 1. **Titolo del progetto: Studio della biodiversità fungina per lo sviluppo di processi green per la conversione di biomasse ed il biorisanamento**

Proponente/Tutor: Francesca Berini

Area tematica: Green Settore ERC: LS- Life Sciences. LS9 - Applied Life Sciences, Biotechnology, and Molecular and Biosystems Engineering - Applied plant and animal sciences, forestry, food sciences, applied biotechnology, environmental and marine biotechnology, applied bioengineering, biomass and biofuels, biohazard

Progetto: I funghi filamentosi sono noti per la capacità di degradare substrati complessi, sfruttati come fonti di carbonio ed energia. Grazie alla produzione e secrezione di enzimi idrolitici e ossidativi, i funghi sono in grado di mineralizzare sia polimeri naturali recalcitranti come, ad esempio, lignocellulosa e chitina, sia composti di origine antropica quali plastiche e inquinanti. Nel presente progetto, ci si prefigge di esplorare e utilizzare la biodiversità fungina per la conversione di biomasse di rifiuto generate dalla filiera agroalimentare e agroforestale lombarda, e per il biorisanamento di suoli e acque inquinate del territorio, sviluppando processi 'green':

a) Ogni anno, le industrie agroforestali e agroalimentari generano milioni di tonnellate di scarti, che vengono smaltiti tramite combustione o compostaggio. In aggiunta a problemi logistici legati alla gestione di questi ingenti quantitativi, tali biomasse rappresentano una ricca fonte di composti organici e inorganici che, opportunamente valorizzati, possono dare origine a svariati prodotti commerciali ad alto valore aggiunto. Oggetto di questa proposta è lo studio di funghi e/o di enzimi di origine fungina, come componenti di processi di pre-trattamento di biomasse di scarto provenienti dalla filiera agricola lombarda. I substrati a minore complessità così ottenuti potranno quindi essere sottoposti a processi estrattivi per il recupero di una prima gamma di prodotti ad alto valore aggiunto (ad esempio prodotti di interesse nutraceutico e cosmetico). Il materiale residuo potrà essere utilizzato a sua volta come fonte di carbonio in fermentazioni di funghi e/o di altri microrganismi, da cui ottenere altri bioprodotto di interesse (acidi organici, enzimi, biopolimeri ecc). L'obiettivo è quello di sviluppare processi di bioraffineria multiprodotto che non consumino risorse vergini, bensì valorizzino ogni componente di biomasse tradizionalmente trattate come scarti, a sostegno dello sviluppo di un'economia industriale sostenibile, circolare e sinergica.

b) BioC-CheM Solutions Srl è un'azienda con esperienza pregressa nel biorisanamento di siti contaminati da prodotti inquinanti ed alcuni dei suoi lavori hanno dimostrato la capacità dei funghi filamentosi di ridurre l'inquinamento di suoli e acque. Il secondo obiettivo complementare al primo riguarda l'utilizzo di funghi filamentosi come parte integrante di processi di biorisanamento, sfruttando ancora una volta la diversità e la complessità degli enzimi fungini secreti per metabolizzare e trasformare idrocarburi aromatici, solventi clorinati, pesticidi ecc.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): BioC-CheM Solutions Srl, via R. Lepetit 34, 21040 Gerenzano (Va)

Periodo all'estero (facoltativo): Sì

Durata del periodo all'estero: 6 mesi

### 2. **Titolo del progetto: Biochar from invasive alien species (IAS)'s biomass for remediation of contaminated soil**

Proponente/Tutor: Bruno E. L. Cerabolini

Area tematica: 05 Scienze biologiche (05/A1 Botanica)

Settore ERC: LS - Life Sciences (LS9- Applied life Sciences and Non-Medical Biotechnology; LS8- Ecology, Evolution and Environmental Biology)

Progetto: Invasive Alien Species (IAS) are introduced accidentally or deliberately into natural environments being a major threat to biodiversity and causing ecological and economical damage. Their eradication is a key tool to mitigate these impacts but the disposal of massive biomass volume from invasive plants is a big challenge. Biofuel technology envisions a new approach to manage



invasive plants by converting them into value-added products such as biochar (a highly stabilized carbon-rich granular material). Another worldwide threat to environmental sustainability, food safety, and human health is soil contamination by heavy metal(loid)s (HMs) and persistent organic pollutants (POPs). Recent studies estimated 2.5 million potentially contaminated sites in Europe highlighting the urgent need for cleaning them up. Biochar is an effective amendment in contaminated soil phytomanagement processes, especially phytostabilization, through the immobilization and the bioavailability reduction of HMs and POPs. Also, biochar permits the sequestration of carbon greenhouse gas and is easy to produce from all kinds of biomass feedstocks, even waste material. However, the biochar decontamination efficacy is dependent on soil type, application rate, and properties such as feedstock sources, pyrolysis conditions, and particle sizes. The present project has a three-fold aim: (i) selection and eradication of plant IAS, (ii) valorization of biomasses for biochar production, (iii) utilization of the biochar for remediation of polluted soil in a site of national interest (SIN). In particular, three of the most common plant IAS will be eradicated, their biomass will be used for biochar production, which will be applied to the SIN 'Caffaro' (Brescia), and short-term monitoring of the remediation efficacy and plant growth will be carried. The results expected will help to create a close circuit composed of environmental remediation and economical valorization of waste biomasses.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): Azienda Agricola 'Le terre di Solomon' di Ronzan Sabrina, via Lamarmora, 7 – 21041 Albizzate (VA)

Periodo all'estero (facoltativo): SI

Durata del periodo all'estero: 3 mesi almeno, presso l'Université d'Orléans LBLGC (Francia), riferimento Domenico Morabito

### 3. **Titolo del progetto: A new strategy for enhancing the performance of black soldier fly, a key player for a sustainable development**

Proponente/Tutor: Gianluca Tettamanti

Area tematica: Green

Settore ERC: LS9-Applied Life Sciences, Biotechnology, and Molecular and Biosystems Engineering

Progetto (max 2000 caratteri): The request for food of animal origin is expected to increase by 70-80% within 2050. Since traditional protein sources used for feedstuff formulation (e.g., soybean and fish meal) are failing to meet the increasing demand, there is an urgent need to find more sustainable, alternative protein sources. Another serious concern is represented by waste disposal. In fact, huge quantities of wastes are continually increasing at global level and waste management faces serious challenges, especially in urban areas, moving away from disposal to recycling. In this setting, the larvae of black soldier fly (BSF), *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), emerge as a relevant issue since they can convert low quality biomass (food waste, organic residues, and byproducts of the agri-food transformation chain) into nutritionally valuable proteins. The use of this insect as a primary agent for organic waste reduction and bioconversion into usable protein products for feedstuff can thus contribute to solve problems related to waste management and, at the same time, free up land to grow crops for direct consumption by the human population. This circular economy supply chain can thus positively impact both at local and global level. The recent change in the European legislative landscape, that uplifted the feed ban rules about the use of insect proteins for aquaculture, poultry, and pigs, will surely contribute to the development of the insect industry for the feed sector. However, a scientific and technical advancement of different aspects of this insect-based value chain (e.g., improvement of insect farming, optimization of the bioconversion process, increase of larval resistance to infections) is mandatory to boost the growth of the BSF sector. In this scenario, the possibility of manipulating larval performance can open new opportunities to fully exploit the potential of BSF and improve the value of its derived products. To this purpose, the present PhD project aims at CHARACTERIZING IN DEPTH THE IMMUNE DEFENSE OF BSF CHALLENGED BY DIFFERENT PATHOGENS and

MODULATING THE IMMUNE RESPONSE THROUGH THE FEEDING SUBSTRATE (i.e., NUTRITIONAL IMMUNOLOGY) TO INCREASE THE RESISTANCE OF THE LARVAE TO INFECTIONS AND THEIR PERFORMANCE DURING MASS REARING.

Struttura di afferenza: Dipartimento di Biotecnologie e Scienze della Vita

Partner industriale (collaborazione obbligatoria per almeno 6 mesi): BEF Biosystems, Torino

Periodo all'estero (facoltativo): SI (da confermare successivamente)

Durata del periodo all'estero: 2-3 mesi