

## Scheda della Linea di Ricerca

**Tema/Denominazione: TECNICHE DI RISANAMENTO AMBIENTALE**

<b>Gruppo di ricerca</b>			
<b>N°</b>	<b>Componente</b>	<b>Qualifica</b>	<b>SSD</b>
1	Carucci Alessandra	PO	ICAR03
2	Muntoni Aldo	PA	ICAR03
3	Cappai Giovanna	RC	ICAR03
4	De Gioannis Giorgia	RC	ICAR03
5	Milia Stefano	Ricercatore CNR (c/o DICAAR)	
6	Piredda Martina	Tecnico laureato	
7	Spiga Daniela	Assegnista	
8	Erby Giovanni Matteo	Borsista	
9	Perra Marianna	Borsista	
10	Friargiu Marco	Dottorando	
11	Mallocci Emanuela	Dottoranda	
12	Canu Marta	Dottoranda	
13	Nieddu Alessio	Dottorando	
14	Giampaolo Orrù	Collaboratore esterno	

**Parole chiave: Bonifica di siti inquinati; Disinquinamento; Trattamento delle acque reflue; Trattamento dei rifiuti solidi.**

### **Descrizione della Linea di Ricerca<sup>(1)</sup> (MAX 3000 caratteri)**

La linea di ricerca ha come oggetto la sperimentazione di tecnologie innovative e sostenibili per la tutela dell'ambiente dall'inquinamento ed il risanamento ambientale. I principali settori nei quali si articola l'attività sperimentale sono:

**Il trattamento delle acque reflue;**

**Il trattamento dei rifiuti solidi;**

**La bonifica di siti contaminati.**

<sup>1</sup> Evidenziare ovunque possibile la collocazione della Linea di Ricerca all'interno delle aree di interesse di Horizon 2020:

1. *Personalising health and care*
2. *Sustainable food security*
3. *Blue growth: unlocking the potential of seas and oceans*
4. *Digital security*
5. *Smart cities and communities*
6. *Competitive low-carbon energy*
7. *Energy Efficiency*
8. *Mobility for growth*
9. *Waste: a resource to recycle, reuse and recover raw materials*
10. *Water innovation: boosting its value for Europe*
11. *Overcoming the crisis: new ideas, strategies and governance structures for Europe*
12. *Disaster-resilience: safeguarding and securing society, including adapting to climate change*

In relazione al **settore del trattamento delle acque reflue**, le attività di ricerca condotte ed in corso riguardano in particolare l'applicazione di trattamenti biologici alle acque reflue (urbane o industriali) o di falda, con particolare attenzione ai processi innovativi, agli studi cinetici e alla rimozione dei nutrienti e delle sostanze biorefrattarie (microinquinanti organici). Tali attività si collocano all'interno della linea di interesse n 10 (Water innovation: boosting its value for Europe) di Horizon 2020. I principali progetti oggetto di finanziamento negli ultimi anni sono riassunti di seguito:

- Sviluppo di biosensori per il controllo dei processi di depurazione delle acque (PRIN 2000).
- Studio del destino dei farmaci negli impianti di depurazione biologica e interventi per il miglioramento dell'efficienza di rimozione (PRIN 2002).
- Utilizzo di bioreattori a membrana per il trattamento on-site di acque sotterranee contaminate (PRIN 2004).
- Processi innovativi per il risanamento sostenibile di acque sotterranee contaminate da composti clorurati (PRIN 2008).
- Intervento di fitodepurazione delle acque reflue a scopo irriguo nel Comune di Ar Ramadin, Cisgiordania (Legge Regionale 11 aprile 1996, n. 19, 2012).
- Sviluppo di tecnologie alternative per il trattamento biologico di reflui contaminati da elevate concentrazioni di azoto (Fondazione Banco di Sardegna, 2010-2011).

Per quanto riguarda il **settore del trattamento dei rifiuti**, sia urbani che industriali e agro-industriali, le attività di ricerca condotte ed in corso riguardano la stabilizzazione biologica di rifiuti organici biodegradabili, con particolare riferimento all'ottimizzazione dei processi di fermentazione/digestione anaerobica e di compostaggio, e lo studio di processi di carbonatazione accelerata, con particolare attenzione alle strategie di contenimento di gas serra ed alla produzione di energia ad elevata efficienza e basso impatto ambientale. Tali attività si collocano all'interno della linea di interesse n 6 (Competitive low-carbon energy) e n 9 (Waste: a resource to recycle, reuse and recover raw materials) di Horizon 2020. In tale contesto le attività si sono esplicitate anche nell'ambito dei seguenti progetti finanziati:

- Recupero di energia dai rifiuti: Produzione biologica di idrogeno attraverso fermentazione di matrici biodegradabili" (Università di Cagliari, Start-up dei giovani ricercatori, 2005)
- Landfill emission reduction by waste stabilization (Ministero degli Esteri, Collaborazione scientifica e tecnologica bilaterale tra Italia e Sud Africa, 2005-2007).
- HyMeC – Produzione di idrogeno da rifiuti organici mediante metodi biologici (Sardegna Ricerche, 2008)
- Carbon emissions reduction and climate protection through zero waste (Ministero degli Esteri, Collaborazione scientifica e tecnologica bilaterale tra Italia e Sud Africa, 2008-2010).
- VEROBIO - Valorizzazione Energetica di Residui Organici di Attività Agroindustriali mediante Utilizzo in Celle a Combustibile del Biogas da Digestione Anaerobica (Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali 2010-2012).
- Contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> e stabilizzazione di residui alcalini mediante carbonatazione accelerata (Legge Regionale 7/2007, Bando 2010).
- Recupero energetico e di materiali innovativo mediante produzione biologica combinata di idrogeno e metano da residui biodegradabili e successivo compostaggio (Regione Sardegna, Progetto partenariale con VillaService SpA, 2012-2014).

Per quanto riguarda il **settore delle bonifiche dei siti contaminati**, le attività di ricerca condotte ed in corso riguardano in particolare il trattamento di terreni e sedimenti contaminati da metalli pesanti e inquinanti organici mediante elettrocinesi, processi biologici e fitorisanamento. Tali attività si collocano parzialmente all'interno della linea di interesse n 9 (Waste: a resource to recycle, reuse and recover raw materials) di Horizon 2020, laddove il terreno o il sedimento contaminato venga

considerato come un rifiuto da riutilizzare. I principali progetti oggetto di finanziamento negli ultimi anni sono riassunti di seguito:

- Nuove Tecnologie per la Bonifica ed il Ripristino Ambientale di Siti Contaminati (PON 2000 – 2006).
- Risanamento di sedimenti marini, lagunari e fluviali (PRIN 2007).
- Rivegetazione e bonifica di siti contaminati da attività estrattive (ARPAS, 2007).
- Integrazione e ottimizzazione dei processi di fitorisanamento e biorisanamento di siti minerari dismessi (Legge Regionale 7/2007, Bando 2008).
- Studi in scala di laboratorio per la sperimentazione di tecnologie di trattamento di sedimenti contaminati (ISPRA, 2008).
- Metodologie Innovative per la Riduzione del Rischio e la Bonifica delle Aree Minerarie Abbandonate (Legge Regionale 7/2007, Bando 2010).
- CO-ordinated Approach for Sediment Treatment and BENeficial reuse in Small harbours networks (LIFE +, 2010-2013).
- MAPMED - MAnagement of Port areas in the MEDiterranean sea basin (ENPI CBCMED 2011-2014).
- Sediment ElectroKinetic REmediation Technology for heavy metal pollution removal (LIFE +, 2014-2016)

#### **Publicazioni prodotte relative al tema (MAX 3 pubblicazioni)**

Milia S., Cappai G., De Gioannis G., Carucci A. (2011). Effects of the cometabolite/growth substrate ratio on the aerobic degradation of 4-monochlorophenol. *Water Science and Technology* (IWA Publishing, London, UK), Vol 63 (2), pp 311-7. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2011.055.

Cappai G., De Gioannis G., Friargiu M., Massi E., Muntoni A., Poletti A., Pomi R., Spiga D. (2014). An experimental study on fermentative H<sub>2</sub> production from food waste as affected by pH. *Waste Management* (Editore Pergamon-Elsevier Science LTD, Oxford, UK) Vol. 34 (2014), pp. 1510-1519, ISSN: 0956-053X, doi: 10.1016/j.wasman.2014.04.014, codice Scopus 2-s2.0-84899779928.

Cappai G., De Gioannis G., Muntoni A., Spiga D., Zijlstra J.J.P. (2012). Combined use of a transformed red mud reactive barrier and electrokinetics for remediation of Cr/As contaminated soil. *Chemosphere* (Editore Pergamon-Elsevier Science LTD, Oxford, UK), Vol. 86, pp. 400 - 408. CHEM3443, ISSN 0045-6535, doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.10.053, codice ISI WOS:000300481000012, codice Scopus 2-s2.0-84855447141.

#### **Prospettive di sviluppo e potenziali collegamenti interdisciplinari (MAX 1500 caratteri)**

*Inquadrare le prospettive di sviluppo nelle aree di interesse di Horizon 2020<sup>(1)</sup>*

Le prospettive di sviluppo previste per la linea di ricerca **TECNICHE DI RISANAMENTO AMBIENTALE** si inquadrano nell'ambito delle seguenti tematiche di interesse di Horizon 2020:

6 Competitive low-carbon energy

9 Waste: a resource to recycle, reuse and recover raw materials

10 Water innovation: boosting its value for Europe.

E' in fase di implementazione un progetto triennale (acronimo Hy.Me.C.A., Hydrogen Methane Compost Ammonia), che ha come obiettivo generale lo sviluppo di un sistema integrato per la produzione biologica anaerobica combinata e in serie di H<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> dalla componente organica dei RU, la valorizzazione della frazione solida del digestato tramite bio-ossidazione aerobica (compostaggio) ed il trattamento della frazione liquida ad elevato contenuto di azoto mediante un sistema biologico avanzato a doppio stadio di nitrosazione parziale/ossidazione anaerobica dell'ammoniaca (SHARON-ANAMMOX).

Nell'ambito del task group Hydrogen Production dell'International Waste Working Group (IWWG), sono in essere collaborazioni interdisciplinari con le Università di Roma "La Sapienza" e di Padova, la University of Queensland (Australia) e l'Institute of Environmental Technology and Energy Economics della Technische Universität Hamburg (Germania). Nell'immediato futuro tali collaborazioni dovrebbe estrinsecarsi nella predisposizione di una proposta di progetto Europeo sulla produzione biologica di idrogeno da presentarsi nell'ambito della call WASTE-7-2015 Ensuring sustainable use of agricultural waste co-products and by-products.

Sono inoltre in essere contatti tramite il Ministero degli Affari Esteri e della Collaborazione Internazionale con i governi dell'India e dell'Afghanistan per applicazioni della digestione anaerobica in aree rurali.

E' inoltre in corso un'attività di dottorato incentrata sulla ottimizzazione del processo di compostaggio mediante opportuna miscelazione delle matrici residuali di partenza.

In relazione al tema del contenimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> mediante carbonatazione accelerata, è in fase di predisposizione con l'università di Roma la Sapienza e la TU di Leuven (Belgio), una proposta di progetto nell'ambito della EU Call "Research Fund for Coal and Steel", avente come oggetto il trattamento di carbonatazione di scorie da acciaieria.

Per l'anno in corso e per quello successivo sarà in essere la collaborazione con le Università di Roma La Sapienza e di Pisa nell'ambito del Progetto Europeo LIFE Sediment ElectroKinetic REmediation Technology for heavy metal pollution removal, che si tradurrà in ultimo nella realizzazione e gestione di un impianto pilota per il trattamento elettrocinetico di sedimenti contaminati presso il porto di Livorno.

Sono inoltre al momento in corso dei contatti con l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) per il finanziamento di attività di ricerca relativa al trattamento di sedimenti marini mediante processi di soil washing.