



Bioleaching e trattamento chimico-ambientale dei rifiuti solidi complessi

Ing. Gennaro Trancone, Ph.D.

Crediti: 3 CFU

Numero di ore: 18 ore (6 lezioni da 2 ore; 2 lezioni da 3 ore)

Date: 09 Novembre - 10 Dicembre 2026

Obiettivi:

L'obiettivo del corso è fornire ai dottorandi una conoscenza avanzata dei principi, dei meccanismi e delle applicazioni del bioleaching e dei trattamenti chimico-ambientali applicati ai rifiuti solidi complessi, con particolare attenzione alla mobilizzazione selettiva di metalli, alla trasformazione delle matrici contaminate e al ruolo degli acidi organici nei processi di lisciviazione. Il corso si concentrerà sull'impiego di agenti liscivianti di origine organica, quali acido citrico, ossalico, gluconico, lattico, acetico e malico, per il trattamento di rifiuti industriali, fanghi, ceneri, residui minerali, RAEE, batterie esauste e matrici solide contaminate. Particolare attenzione sarà rivolta ai fenomeni di acidolisi, complessazione, solubilizzazione, precipitazione secondaria, consumo degli acidi organici e perdita di efficacia reattiva durante il trattamento. Attraverso lo studio di casi applicativi, protocolli sperimentali e dati di letteratura, gli studenti apprenderanno come progettare, interpretare e discutere prove di lisciviazione e bioleaching, con l'obiettivo di sviluppare approcci di ricerca finalizzati al recupero di risorse, alla riduzione della pericolosità dei rifiuti e alla gestione sostenibile delle matrici ambientali complesse.

Programma insegnamento:

Principi, definizioni e ambiti applicativi del bioleaching nei rifiuti solidi complessi:

Introduzione ai processi di bioleaching e lisciviazione chimico-ambientale applicati al trattamento dei rifiuti. Definizione di matrice solida complessa, rifiuto reattivo, contaminante mobilizzabile e frazione recuperabile. Saranno analizzate le principali categorie di rifiuti trattabili, tra cui ceneri, fanghi, scorie industriali, residui minerari, RAEE, batterie esauste e materiali contenenti metalli critici o contaminanti inorganici. Il modulo fornirà il quadro concettuale per distinguere tra semplice solubilizzazione, recupero selettivo, riduzione della pericolosità e trasferimento del rischio ambientale.

Meccanismi chimici del bioleaching e della lisciviazione assistita:

Approfondimento dei principali meccanismi che regolano il rilascio e la mobilizzazione dei metalli dalle matrici solide. Saranno trattati i fenomeni di acidolisi, complessazione, ossidoriduzione, scambio ionico, dissoluzione minerale e destabilizzazione delle fasi solide. Verrà inoltre esaminato il ruolo dei parametri operativi, quali pH, potenziale redox, rapporto liquido/solido, granulometria, tempo di contatto, temperatura e composizione chimica della matrice, evidenziando la loro influenza sull'efficienza del trattamento.

Acidi organici come agenti liscivianti nel trattamento dei rifiuti:

Analisi del comportamento degli acidi organici nei processi di trattamento chimico-ambientale. Saranno esaminati acido citrico, ossalico, gluconico, lattico, acetico e malico, con riferimento alla loro capacità di complessare metalli, favorire la dissoluzione di fasi minerali, modificare il pH del sistema e promuovere la mobilizzazione selettiva di elementi di interesse. Il modulo approfondirà il diverso comportamento degli acidi organici in funzione della matrice trattata, della speciazione dei metalli e della presenza di carbonati, ossidi, silicati, solfuri o fasi amorfe.

Trasformazione, consumo e perdita di efficacia degli acidi organici durante il trattamento:

Studio del destino reattivo degli acidi organici nei sistemi di lisciviazione. Saranno discussi i fenomeni di neutralizzazione da parte di matrici alcaline, consumo dell'acido, precipitazione di sali metallici, formazione di ossalati, citrati e complessi metallici, competizione tra diversi cationi e possibile rilascio secondario di contaminanti. Il modulo affronterà il concetto di "denaturazione" degli acidi organici in senso applicativo, inteso come perdita progressiva della capacità liscivante e complessante a causa delle interazioni con la matrice solida.

Disegno sperimentale, parametri di controllo e interpretazione dei dati:

Illustrazione dei principali approcci sperimentali per lo studio del bioleaching e della lisciviazione chimico-ambientale. Saranno analizzate prove batch, test cinetici, prove comparative con diversi agenti liscivianti, bilanci di massa, rese di estrazione, indici di selettività e criteri per la valutazione dell'efficacia del trattamento. Particolare attenzione sarà dedicata all'interpretazione di dati relativi a pH, conducibilità, concentrazione dei metalli in soluzione, residuo solido post-trattamento e variazione della composizione chimico-mineralogica della matrice.

Bioleaching, rifiuti solidi complessi e ricerca dottorale:

Approfondimento del legame tra il tema del corso e la ricerca scientifica avanzata. Saranno discussi esempi di domande di ricerca, ipotesi sperimentali, possibili contributi originali e criticità aperte nel settore. Il modulo guiderà gli studenti nella costruzione di un piccolo progetto di ricerca, dalla scelta della matrice solida alla definizione degli obiettivi, dalla selezione degli acidi organici alla valutazione dei risultati attesi. Saranno inoltre fornite indicazioni per la redazione di un abstract scientifico o di un elaborato tecnico-sperimentale.



Materiale didattico: Slides e appunti forniti dal docente.

Metodo di valutazione: Discussione orale dell'elaborato finale e delle competenze acquisite.

Contatti:

Ing. Gennaro Trancone, Ph.D.

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile Ambientale

E-mail: gennaro.trancone@unina.it

Programma delle lezioni

N	Data	Orario	Durata	Argomento
1	09/11/2026	14:30 - 17:30	3 ore	Principi, definizioni e ambiti applicativi del bioleaching nei rifiuti solidi complessi
2	12/11/2026	15:30 - 17:30	2 ore	Meccanismi chimici del bioleaching e della lisciviazione assistita
3	16/11/2026	14:30 - 16:30	2 ore	Acidi organici come agenti liscivianti nel trattamento dei rifiuti
4	19/11/2026	15:30 - 17:30	2 ore	Trasformazione, consumo e perdita di efficacia degli acidi organici durante il trattamento
5	30/11/2026	15:30 - 17:30	2 ore	Disegno sperimentale, parametri di controllo e interpretazione dei dati
6	03/12/2026	16:00 - 18:00	2 ore	Bioleaching, rifiuti solidi complessi e ricerca dottorale
7	07/12/2026	14:30 - 16:30	2 ore	Tecniche e Interventi di attività di ricerca
8	10/12/2026	15:30 - 18:30	3 ore	Studio applicativo di ricerca pregresso.