UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# SYLLABUS DEL CORSO

## Processi e Impianti di Trattamento e Bonifica

**2122-1-F7501Q080**

### Obiettivi

Conoscenza sistemica del ciclo integrato di gestione dei rifiuti urbani e industriali, delle acque reflue urbane e industriali e degli interventi di bonifica dei siti contaminati.

*Conoscenze e capacità di comprensione*

Al termine del corso lo studente conosce:

- I fondamenti dello sviluppo sostenibile;
- I processi chimico-fisici di neutralizzazione, precipitazione e sedimentazione;
- I processi di trattamento di acque reflue civili;
- I fondamenti e le tecnologie della termodistruzione;
- I processi di trattamento dei fumi da termovalorizzazione;
- I metodi di caratterizzazione di un sito contaminato;
- I processi chimico-fisici per la bonifica di siti contaminati.

*Conoscenza e capacità di comprensione applicate*

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- Calcolare bilanci di massa e di energia nel ciclo di gestione dei rifiuti.
- Calcolare flussi e bilanci di massa nel ciclo di gestione delle acque reflue.

*Autonomia di giudizio*

Al termine del corso lo studente è in grado di:

- Analizzare il problema ambientale;

- Valutare criticamente le diverse opzioni disponibili di processi e di impianti;

- Individuare la tecnologia di trattamento più idonea.

*Capacità di apprendere*

Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite a contesti differenti da quelli presentati durante il corso, e di comprendere gli argomenti trattati nella letteratura scientifica riguardante la caratterizzazione e il trattamento di rifiuti e siti contaminati.

## Contenuti sintetici

Sviluppo sostenibile. Trattamenti chimici e chimico-fisici. Trattamento e smaltimento delle acque reflue municipali. Fondamenti del processo di combustione: basi chimico-fisiche e meccanismi. Trattamenti termici. Il ciclo di gestione dei rifiuti solidi urbani. Il piano di caratterizzazione dei siti contaminati. Metodologie per le indagini e la caratterizzazione analitica dei siti contaminati. Processi e tecnologie chimico-fisiche.

## Programma esteso

Tecnologie ambientalmente sostenibili: Aspetti generali e metodologici. Tecnologie e Sviluppo Sostenibile. Indicatori. Life Cycle Assessment. Il trattamento delle acque reflue civili e industriali: Processi e tecnologie chimiche e chimico-fisiche: sedimentazione, flottazione, processi di neutralizzazione acido-base, di precipitazione, di riduzione chimica e di dealogenazione. Impianti per il trattamento biologico delle acque reflue civili: parametri qualitativi e quantitativi per la definizione delle caratteristiche delle acque reflue urbane e industriali; pretrattamenti, pompaggio, grigliatura, equalizzazione, rimozione dei solidi sospesi; processi chimici e chimico-fisici; processi a fanghi attivi e a fanghi adesi; processi di nitrificazione/denitrificazione; processi di defosfatazione; trattamenti terziari; ciclo di gestione dei fanghi. Il trattamento dei rifiuti solidi. La termodistruzione: fondamenti chimico-fisici della combustione, della gassificazione e della pirolisi. Indicatori di combustione. Prodotti di combustione incompleta. Processi e tecnologie di trattamento termico: forno a griglia; forno rotante; forno a letto fluido. Termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani: Elementi costitutivi. Bilancio di massa ed energia. Composizione di scorie e fumi. Trattamento dei fumi: abbattimento di polveri, acidi e microinquinanti. Prevenzione della formazione di NOx e loro abbattimento. Trattamento dei residui solidi. Controllo della qualità degli effluenti. Il sistema di gestione dei rifiuti solidi urbani: aspetti generali dei processi del ciclo di gestione dei rifiuti solidi urbani: conferimento, trasporto e stazionamento; caratterizzazione dei RSU; raccolta differenziata; recupero di materia; recupero di energia e combustibili derivati dai rifiuti; riciclo dei materiali; trattamento della frazione umida. La bonifica di siti contaminati: Il Piano di caratterizzazione: raccolta ed elaborazione della documentazione e dei dati esistenti; classificazione; definizione di priorità degli interventi; sopralluogo e indagini preliminari; campionamento e analisi. Il Piano di campionamento e la sua attuazione. La bonifica di siti contaminati con processi e tecnologie chimico-fisiche: lavaggio dei terreni in situ, Soil Flushing, ed ex-situ, Soil Washing; desorbimento termico; estrazione con solventi; estrazione di vapori dal suolo.

Argomenti delle esercitazioni Bilanci di massa e di energia nel ciclo di gestione dei rifiuti. Flussi e bilanci di massa nel ciclo di gestione delle acque reflue. Casi di studio.

## Prerequisiti

Fondamenti di Chimica Fisica (cinetica e termodinamica), Chimica inorganica (reazioni di precipitazione e ossidoriduzione), Chimica organica, Fisica generale.

## Modalità didattica

L’insegnamento prevede 4 CFU di lezioni frontali, 1 CFU di esercitazioni in aula, 1 CFU di uscita didattica (campus abroad). Nelle esercitazioni in aula viene assegnato agli studenti un problema da risolvere utilizzando i metodi presentati nelle lezioni teoriche. Lo svolgimento del problema è guidato dal docente e tende a sviluppare e rafforzare le capacità dell’allievo di identificare le tecniche più idonee all’applicazione. Nel corso dell’uscita didattica vengono visitati uno o più impianti di trattamento di rifiuti.
Il docente è disponibile a tenere l'insegnamento in lingua inglese.

## Materiale didattico

Il materiale didattico dell’insegnamento viene messo a disposizione sulla piattaforma e-learning.

Testi di riferimento:

Colin Baird e Michael Cann “Chimica Ambientale”, Zanichelli (3. ed.)

George Tchobanoglous, Hilary Theisen e S. A. Vigil “Integrated solid waste management: engineering principles and management issues”, McGraw-Hill

Renato Vismara “Depurazione biologica”, Hoepli

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

secondo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

esame orale

l'esame prevede la risoluzione di uno o più esercizi basati sulle esercitazioni (pesa per il 25% sul voto finale) e un colloquio volto a verificare la conoscenza degli argomenti trattati nelle lezioni frontali e l’autonomia di analisi e di giudizio (pesa per il 75% sul voto finale)

il voto è in trentesimi 18-30/30

è possibile sostenere l'esame in lingua inglese

## Orario di ricevimento

su appuntamento da fissare per e-mail (elena.collina@unimib.it)