



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Ingegneria di Processo

2223-1-F0802Q060

---

#### Obiettivi

L'insegnamento si propone di fornire gli elementi fondamentali per la scelta e la progettazione delle apparecchiature impiegate nelle operazioni unitarie dell'ingegneria di processo, con particolare riferimento alle applicazioni nell'ambito delle biotecnologie e dell'industria chimica in generale.

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Alla fine del corso lo studente dovrà aver acquisito familiarità con gli impianti di processo e le operazioni unitarie in essi presenti; dovrà conoscere i fenomeni chimico-fisici alla base del funzionamento delle diverse operazioni unitarie considerate; dovrà saper riconoscere i diagrammi comunemente utilizzati dall'ingegnere di processo; dovrà conoscere i principali metodi di calcolo dei costi di un impianto di processo.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di applicare le conoscenze acquisite al punto 1) a diversi problemi nell'ingegneria di processo. In particolare, avrà la capacità di analizzare e risolvere problemi elementari relativi a unità di separazione (quali flash e distillazione, assorbimento, adsorbimento, cromatografia, membrane filtrazione, centrifugazione, sedimentazione, estrazione, precipitazione,) e per unità di scambio termico mediante modelli semplificati basati su bilanci di materia e di energia e su relazioni di equilibrio. Avrà inoltre la capacità di individuare l'operazione unitaria più idonea per realizzare una determinata separazione in base alle proprietà delle miscele e di stimarne il costo.

#### Autonomia di giudizio

Lo studente dovrà essere in grado di elaborare e saper applicare quanto appreso alla risoluzione di problemi legati all'ingegneria di processo.

#### Abilità comunicative

Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di esprimere le strategie adottate per risolvere i problemi e di comunicare i risultati ottenuti in maniera chiara e con proprietà di linguaggio.

#### Capacità di apprendimento

Alla fine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite a contesti diversi da quelli presentati durante il corso, anche mediante l'utilizzo di nuove risorse (testi, articoli su rivista).

## **Contenuti sintetici**

1. Introduzione
2. Diagrammi e bilanci materiali ed energetici
3. Operazioni dell'ingegneria di processo (reattori chimici e bioreattori, operazioni di separazione e recupero del prodotto e fenomeni di trasporto di materia e energia)
4. Analisi dei costi

## **Programma esteso**

1. Introduzione  
Introduzione ai processi industriali e chimici, bioprodotto, bioseparazioni, operazioni unitarie, operazioni in continuo e batch, schemi, scelta della sequenza ottimale, richiamo di variabili e unità di misura, gas ideali.
2. Diagrammi e bilanci materiali ed energetici  
Diagrammi. Diagramma a blocchi, Process Flow Diagram (PFD), Piping and Instrumentation Diagram (P&ID).

Bilanci materiali ed energetici. Legge di conservazione della massa, scrittura del bilancio materiale per processi stazionari e non, bilancio energetico, procedure di calcolo per la risoluzione di schemi di processo.

3. Operazioni dell'ingegneria di processo  
Reattori chimici e bioreattori. Operazione batch, fed-batch e continua, configurazioni, materiale di costruzione, monitoraggio della fermentazione, considerazioni pratiche.

Operazioni di separazione e recupero del prodotto. flash e distillazione, assorbimento, adsorbimento, cromatografia, membrane filtrazione, centrifugazione, sedimentazione, estrazione, precipitazione..

Unità di scambio termico. Unità, meccanismi di scambio, calcoli di base per il progetto di uno scambiatore di calore. Simulazione di processo stazionaria e dinamica.

4. Analisi dei costi  
Metodologie per la stima dei costi di investimento e operativi.

## **Prerequisiti**

Prerequisiti. Nessuno.

## **Modalità didattica**

L'insegnamento è erogato tramite lezioni frontali supportate da presentazioni in PowerPoint ed esercizi pratici, basati su case study, svolte in aula.

È inoltre prevista un'uscita didattica presso i laboratori del Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano per la visita virtuale a un impianto di Crude Distillation Unit (previa approvazione del Consiglio di Coordinamento Didattico).

## **Materiale didattico**

Le slides e il materiale utilizzato a lezione verranno reso disponibili sulla piattaforma e-learning dell'insegnamento.

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Primo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

L'esame finale è una prova scritta con un esercizio e con domande relative a tutti gli argomenti del corso. Durante l'esame lo studente dovrà dimostrare di aver compreso gli argomenti del corso e di essere in grado di esporre con chiarezza le conoscenze acquisite. Il voto è espresso in trentesimi.

## **Orario di ricevimento**

Ricevimento: su appuntamento tramite richiesta via email al docente.

## **Sustainable Development Goals**

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE

---