

INGEGNERIA PER LA CIRCOLARITA'

La formazione che serve

QUADERNI CRF

2



INGEGNERIA PER LA CIRCOLARITA'

La formazione che serve

A cura di

Circular Research Foundation



Collana "Quaderni CRF" n. 2 ▪ Anno 2021

SOMMARIO

1. Premessa	4
2. Ingegneria per la circolarità- Criticità.....	5
3. Ingegneria per la circolarità- la formazione che serve.....	5
Appendice: MODULI FORMATIVI	8

1. Premessa

Si parla molto di circolarità ambientale, intesa come principio di sostenibilità ambientale strettamente legato alla chiusura dei cicli di materia ed energia. Un nuovo modello di sviluppo circolare richiede importanti innovazioni nelle scelte di progettazione, produzione e organizzazione del sistema industriale. Gli stili di vita e di consumo, i sistemi produttivi, le tecnologie attualmente esistenti non garantiscono il rispetto di tale principio.

Il paradigma della circolarità non si limita alla circolarità ambientale, ma include la circolarità sociale, intesa come sussidiarietà circolare e recupero di un'etica umana, con la sottomissione dei mezzi economici, tecnologici e finanziari al dominio dell'uomo e dei valori etici che fondano la società.

Sia la circolarità ambientale sia quella sociale potranno realizzarsi solo grazie all'educazione e alla competenza delle prossime generazioni. La generazione attuale ha solo il compito di porre in essere le condizioni strutturali per garantire il benessere delle generazioni future.

La situazione del mercato del lavoro pone delle sfide urgenti e radicali al sistema della formazione. Occorre tempestivamente strutturare una relazione virtuosa tra formazione e lavoro, che consentirebbe anche di coniugare obiettivi di circolarità ambientale ad obiettivi di inclusione sociale e contrasto alle crescenti forme di povertà e disoccupazione. Ma per vincere la sfida è necessaria un'azione di responsabilità congiunta da parte di tutti gli attori economici, sociali e politici.

La posta in gioco non è solo l'occupabilità, ma soprattutto quella di formare cittadini in grado di progettare liberamente il proprio presente ed il proprio futuro.

2. Ingegneria per la circolarità- Criticità

L'attuale fenomeno dello *skill mismatch* rischia di trasformarsi in una trappola dello sviluppo rispetto a qualsiasi tentativo di investimento, vanificando la possibilità di accedere a risorse pubbliche per la transizione tecnologica ed ambientale.

Ulteriore rischio è la perdita di importanti assets di competenze e know-how ingegneristici del Sistema Italia a causa del mancato trasferimento intergenerazionale.

L'attuale sistema formativo, avulso dal fabbisogno delle imprese e della società, se da un lato ha generato uno *skill mismatch*, dall'altro ha creato una *overqualification* di risorse, non occupabili proprio in conseguenza della forma-mentis orientata alla specializzazione estrema. Spesso l'ostentata specializzazione nasconde carenze educative e di personalità, che risultano bloccanti ai fini dell'inserimento lavorativo. Non necessariamente la *overqualification* è sinonimo di intelligenza, capacità relazione, creatività, adattività, propensione al lavoro e al sacrificio, capacità di collaborazione di gruppo e condivisione delle conoscenze.

Se nel settore digitale si può ammettere un ritardo del sistema formativo in conseguenza delle repentine accelerazioni e transizioni tecnologiche, altrettanto non è per altri settori della tecnica e della ingegneria.

In particolare, ai fini della creazione delle nuove figure ingegneristiche, a supporto della transizione circolare, non si tratta di assorbire nuovi metodi formativi o conoscenze, ma di recuperare una storica capacità del sistema formativo italiano di creare risorse con un solido back-ground nei fondamentali della ingegneria di processo.

I nuovi strumenti digitali, le nuove tecnologie possono essere innestate solo in presenza di una solida cultura e competenza di base.

3. Ingegneria per la circolarità- la formazione che serve

Le criticità sintetizzate nel paragrafo precedente sono il risultato dell'esperienza dei partner industriali e tecnologici di CRF. Sul fronte delle nuove risorse umane, le criticità sono peggiorate nell'ultimo decennio e talvolta determinano colli di bottiglia nei progetti, oltre che difficoltà nei processi di recruiting. La carenza di risorse umane può talvolta determinare un blocco degli investimenti in innovazione ambientale e tecnologica. Tale situazione risulta particolarmente critica nel Sud-Italia, per la cronica e storica carenza di Scuole di Ingegneria di Processo, che rimangono tuttora limitate a quelle create nel dopo guerra (Università di Roma e Politecnico di Milano).

L'analisi del fabbisogno è stata ristrutturata in termini di moduli e di percorsi formativi orientati verso la **formazione che serve!**

Due le figure professionali individuate:

- Tecnico progettista dei processi chimici;
- Tecnico progettista dei processi ambientali.

Sul piano industriale, le maggiori criticità sono legate all'assenza di competenze minime (individuate nella tabella che segue con il codice EB, EA). Su tali competenze minime è ipotizzabile di costruire percorsi di crescita aziendali, ma la totale assenza delle stesse risulta bloccante ai fini dell'assunzione.

Sono competenze minime già presenti in molti percorsi STEM, che tuttavia necessitano di essere coordinate e focalizzate ai fini della creazione delle specifiche figure professionali.

I profili proposti, possono derivare da percorsi universitari o post-universitari per il reskilling o upskilling di laureati STEM, in un'ottica di competenze per l'Economia circolare.

La proposta di CRF espressa nel Quaderno, è elaborata a beneficio delle Istituzioni e degli Enti della Formazione, affinché possano attivare percorsi effettivamente rappresentativi del fabbisogno di innovazione delle imprese.

CORSI BASE		CORSI AVANZATI	CORSI PROFESSIONALIZZANTI	PROFILO	CORSI SPECIALISTICI
EB01 <u>Introduzione all'uso dei tools di calcolo</u>	EB06 <u>Principi di ingegneria chimica: bilanci di materia ed energia</u>	EA01 <u>Disegno per le applicazioni di processo</u>	EP01 <u>Ingegneria preliminare</u>	TECNICO DEI PROCESSI CHIMICI	ES01 <u>Processi di trattamento dei gas</u>
EB02 <u>Calcolo per Ingegneria</u>	EB07 <u>Principi di ingegneria chimica: applicazioni industriali dei bilanci di materia ed energia</u>	EA02 <u>Progettazione e sintesi del processo</u>	EP02 <u>Ingegneria di base</u>		ES02 <u>Progettazione della sicurezza di processo</u>
EB03 <u>Introduzione alla termodinamica per l'ingegneria chimica</u>	EB08 <u>Principi di ingegneria chimica: Unit Operation I</u>	EA03 <u>Simulazione per l'ingegneria di processo</u>	EP03 <u>Project management dei progetti di impianto</u>		ES03 <u>Sistemi di controllo per la sicurezza di processo</u>
EB04 <u>Introduzione ai bilanci di materia ed energia</u>	EB09 <u>Principi di ingegneria chimica: Unit Operation II</u>	EA04 <u>Disegno di P&I</u>	EP04 <u>Ingegneria dei bioreattori</u>		ES04 <u>Analisi di rischio sanitario ed ambientale</u>
EB05 <u>Applicazioni elementari di chimica ambientale</u>	EB10 <u>Principi di ingegneria chimica: Cinetica chimica e biochimica</u>	EA05 <u>Sicurezza di processo</u>	EP05 <u>Processi biotecnologici</u>		ES05 <u>Studio di impatto atmosferico: analisi di casi reali</u>
	EB11 <u>Principi di ingegneria chimica: Ingegneria delle reazioni chimiche</u>	EA06 <u>Progettazione meccanica preliminare di apparecchiature chimiche & piping</u>	EP06 <u>Progettazione applicata di apparecchiature di processo</u>		
	EB12 <u>Principi di ingegneria ambientale: reattori ambientali</u>	EA07 <u>Dimensionamento delle utilities di stabilimento</u>	EP07 <u>Ingegneria ambientale: acque superficiali e sotterranee</u>		TECNICO PROGETTISTA DEI PROCESSI AMBIENTALI
		EA08 <u>Dinamica e controllo dei processi</u>	EP08 <u>Ingegneria ambientale: trattamento delle acque ad uso potabile</u>		
		EA09 <u>Sintesi del controllo di processo</u>	EP09 <u>Ingegneria ambientale: trattamento delle acque reflue</u>		
		EA10 <u>Progettazione del sistema di controllo di processo</u>	EP10 <u>Ingegneria ambientale: incenerimento di rifiuti solidi</u>		
		EA11 <u>Applicazioni avanzate di chimica ambientale</u>	EP11 <u>Ingegneria ambientale: sistemi di trattamento delle emissioni</u>		
		EA12 <u>Introduzione alla modellistica ambientale</u>	EP12 <u>Trasporto di inquinanti nelle acque</u>		
			EP13 <u>Trasporto degli inquinanti in atmosfera</u>		

Appendice: MODULI FORMATIVI

CORSO DI FORMAZIONE
“Introduzione ai tools di calcolo”
Cod. corso EB01A01

L'utilizzo di strumenti di calcolo assistiti da elaboratore è oggi una necessità e un grande vantaggio per il tecnico. La disponibilità di tools matematici di base di tipo wysiwyg consente al tecnico la soluzione di problemi numerici complessi semplicemente “scrivendo le equazioni da risolvere”. La disponibilità di tali strumenti, se da un lato allevia l'onerosità dei calcoli ingegneristici, dall'altro rende necessaria una maggiore preparazione di base e capacità di impostazione concettuale dei calcoli e dei modelli ingegneristici. I principali vantaggi dei tool di calcolo rispetto a “software dedicati” riguarda la possibilità di prototipare problemi nuovi partendo dalle basi fisiche e lasciando al calcolatore l'onere della soluzione numerica. Il corso introduce all'uso del software Mathcad, uno dei migliori tools esistenti per il calcolo ingegneristico.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 3 moduli da 4 ore sviluppati completamente in laboratorio informatico per un totale 12 ore di formazione. Il corso fornisce una introduzione all'utilizzo del software mathcad che viene utilizzato intensivamente in tutti i corsi del percorso engineering.

DESTINATARI

Il corso è destinato a nuovi utenti del software e consente di acquisire le abilità di base per l'inserimento di formule ed espressioni matematiche, con particolare riferimento all'uso degli ShortCut da tastiera essenziali per un uso professionale del software.

OBIETTIVI

Al termine del percorso formativo i partecipanti avranno acquisito le capacità di base per l'utilizzo del software mathcad.

CONTENUTI

Modulo 1: Introduzione a Mathcad (4 ore)

- Installazione del software
- Introduzione alla interfaccia grafica
- Inserimento e cancellazione di espressioni
- Operatori

- Variabili range e vettori
- Inserimento di grafici

Modulo 2: Variabili, funzioni e unità di misura (4 ore)

- Inserimento di variabili e simboli nelle espressioni
- Funzioni predefinite e custom
- Unità di misura predefinite e custom
- Uso delle principali funzioni predefinite
- Panoramica dei Grafici predefiniti (cartesiano, polare, etc.)
- Grafici di funzioni parametriche e vettoriali
-

Modulo 3: Introduzione ai calcoli (4 ore)

- Introduzione alla programmazione
- Esempi di calcolo simbolico
- Soluzione di equazioni algebriche

CORSO DI FORMAZIONE

“Calcolo per ingegneria”

Cod. corso EB02A01

La disponibilità di strumenti di calcolo assistiti da elaboratore consente di delegare la risoluzione dei calcoli allo strumento informatico facendo concentrare il tecnico sulla impostazione concettuale, sul problema fisico e ingegneristico, ma allo stesso tempo richiede maggiore preparazione di base afferente la modellazione del problema più che le tecniche di soluzione numerica. Il corso si discosta dall'approccio scolastico e accademico, richiamando i principali concetti del calcolo matematico e numerico a partire da soluzioni di esempi, sottolineando il significato fisico, le possibili applicazioni e delegando totalmente la soluzione numerica all'elaboratore mediante il software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 4 moduli da 4 ore sviluppati completamente in laboratorio informatico per un totale 16 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a diplomati con esigenza di sviluppare i concetti matematici di base e a Laureati in materie scientifiche, con la finalità di utilizzare il software Mathcad per applicazioni di calcolo.

OBIETTIVI

Al termine del percorso formativo i partecipanti avranno sviluppato capacità di elaborazione di calcoli matematici e soluzioni numeriche complesse mediante l'utilizzo del software WYSIWYG Mathcad.

CONTENUTI

Modulo 1: Calcolo simbolico con Mathcad (4 ore)

- Soluzione simbolica di equazioni
- Modalità alternative di visualizzazione di formule
- Manipolazione di espressioni
- Somma simbolica
- Soluzione simbolica di equazioni
- Calcolo di radici e coefficienti di un polinomio
- Calcolo di Limiti, integrali, derivate
- Trasformazione di coordinate
- Gradiente, divergenza, giacobino
- Espansione in serie

Modulo 2: Calcolo numerico (4 ore)

- Calcolo di derivate, derivate 2D
- Funzioni e grafici di funzioni
- Grafici 3D
- Radici di un polinomio
- Uso degli operatori Booleani
- Radici di una equazione
- Soluzioni di sistemi di equazioni lineari
- Soluzioni di sistemi di equazioni non lineari
- Autovalori ed autovettori

Modulo 3: Soluzione di equazioni differenziali (4 ore)

- Soluzione di equazioni differenziali ordinarie (ODE) del primo ordine
- Soluzione di equazioni differenziali ordinarie di ordine N
- Sistema di ODE del primo ordine
- Soluzione equazioni differenziali a variabili separabili
- Soluzione equazione differenziale del terzo ordine
- Soluzione analitica di alcune equazioni differenziali alle derivate parziali (PDE)
- Soluzione numerica di equazioni differenziali alle derivate parziali (PDE)

Modulo 4: Vari argomenti (4 ore)

- Operazioni su vettori
- Interpolazione di dati
- Integrazione di Excel e Mathcad
- Applicazione ai bilanci di materia mediante integrazione excel-mathcad

CORSO DI FORMAZIONE
“Introduzione alla termodinamica per l'ingegneria chimica”
Cod. corso EB03A01

Il corso introduce i concetti elementari della termodinamica classica necessari e sufficienti per la maggior parte delle applicazioni ingegneristiche di base. Le conoscenze teoriche sono sviluppate in relazione alle esercitazioni numeriche sviluppate interamente con il software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 8 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 32 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a diplomati con esigenza di acquisire le conoscenze di base della termodinamica classica, e a Laureati in materie scientifiche, con la finalità di utilizzare il software Mathcad per applicazioni termodinamiche.

OBIETTIVI

Al termine del percorso formativo i partecipanti avranno sviluppato le conoscenze di base di termodinamica necessarie per affrontare i successivi corsi di bilanci di materia ed energia. Le basi teoriche sono applicate ad esempi numerici che sono risolti mediante l'utilizzo del software WYSIWYG Mathcad.

CONTENUTI

Modulo 1: La prima legge della Termodinamica (4 ore)

- Energia interna e prima legge della termodinamica
- Bilanci di energia per sistemi chiusi
- Stato termodinamico e funzioni di stato
- Equilibrio e regola delle fasi
- Processi reversibili
- Processi a pressione e volume costante
- Entalpia
- Calore specifico
- Bilanci di materia ed energia per sistemi aperti
- Esercitazioni in aula con mathcad

Modulo 2: Proprietà volumetriche dei fluidi (4 ore)

- Leggi PVT delle sostanze
- equazione dei gas ideali,
- altre equazioni di stato dei gas e liquidi
- Esercitazioni in aula con mathcad

Modulo 3: Calore (4 ore)

- Calore sensibile
- Calore latente delle sostanze pure
- Calore standard di reazione
- Calore standard di formazione
- Calore standard di combustione
- Dipendenza della entalpia della temperatura
- Esercitazioni in aula con mathcad

Modulo 4: Seconda legge della termodinamica (4 ore)

- Statement della seconda legge della termodinamica
- Motore termico
- Entropia
- Variazioni di entropia di un gas ideale
- Formulazione matematica della seconda legge
- Bilancio di entropia per i sistemi aperti
- Lavoro ideale e lavoro perso
- Entropia dal punto di vista microscopico
- Esercitazioni in aula con mathcad

Modulo 5: Proprietà termodinamiche dei fluidi (4 ore)

- Relazioni fondamentali della termodinamica per fasi omogenee
- Proprietà residue
- Proprietà residue ricavate dall'equazione di stato
- Sistemi bifasici
- Diagrammi termodinamici
- Tabelle delle proprietà termodinamiche

Modulo 6: Proprietà termodinamiche dei fluidi (4 ore)

- Esercitazioni in aula con mathcad

Modulo 7: esercitazioni di riepilogo (4 ore)

- Esercitazioni in aula con mathcad

Modulo 8: esercitazioni di riepilogo (4 ore)

- Esercitazioni in aula con mathcad

CORSO DI FORMAZIONE
“Introduzione ai bilanci di materia ed energia”
Cod. corso EB04A01

I bilanci di materia ed energia sono lo strumento fondamentale per l'analisi dei processi chimici. Il corso introduce la tecnica dei bilanci con l'ausilio del software mathcad. Il corso è centrato sulla tecnica di impostazione delle equazioni più che sugli aspetti di processo che sono trattati nei corsi successivi.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 20 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso ha natura introduttiva alla tecnica del bilancio di materia ed energia per diplomati e laureati. È consigliabile aver seguito almeno il corso introduttivo all'uso del software mathcad e disporre di conoscenze basilari di termodinamica, preferibilmente il corso previsto dal profilo formativo engineering.

OBIETTIVI

Sebbene basato su un approccio elementare, il corso fornisce le basi metodologiche per l'impostazione di bilanci di materia ed energia nelle applicazioni di processo e per poter affrontare i corsi successivi.

CONTENUTI

Modulo 1: Concetti di base (4 ore)

- Concetto di mole
- Variabili di composizione e conversioni (frazione in volume, massa,)
- Variabili di flusso
- Introduzione ai flow sheet
- Gradi di libertà di un flowsheet
- Tipi di bilanci di materia (bilancio elementare, delle specie, proprietà delle equazioni di bilancio)
- Specifiche di un bilancio di materia (specifiche di flusso, di composizione, di equilibrio)

Modulo 2: Esercitazioni di Bilanci di materia (4 ore)

- Esercizi Mathcad: bilanci single unit
- Esercizi Mathcad: bilanci di materia con unità multiple

- Esercizi Mathcad: bilanci di materia con ricircolo

Modulo 3: Bilanci reattivi (4 ore)

- Introduzione alle reazioni chimiche (singole, multiple)
- Reazioni dipendenti e indipendenti
- Esercitazioni Mathcad bilanci di materia reattivi (reazioni singole)
- Esercitazioni Mathcad: bilancio di materia con reazioni multiple
- Esercitazioni Mathcad: bilancio di materia con stechiometria non specificata
-

Modulo 4: Bilanci di energia (4 ore)

- Bilancio di energia steady- state
- Calcolo della entalpia delle specie e degli stream
- Esercitazioni Mathcad: bilancio di energia su unità singole
- Esercitazioni Mathcad: bilancio di energia in sistemi reattivi

Modulo 5: Bilanci di materia ed energia in sistemi bifase (4 ore)

- Calcoli di equilibri bifase di sostanze pure
- Equilibrio liquido-vapore di miscele
- Diagramma PXY e dew point
- Esercitazioni Mathcad: bilanci di materia ed energia con separazioni

CORSO DI FORMAZIONE
“Applicazioni elementari di chimica ambientale”
Cod. corso EB05A01

Il corso richiama i concetti basilari della chimica delle soluzioni acquose e introduce i metodi di calcolo elementari applicati a problemi ingegneristici ed ambientali. Le esercitazioni condotte con l'utilizzo del software mathcad consentono di affrontare in maniera agevole problemi altrimenti complessi sotto il profilo della soluzione numerica.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 4 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 16 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso costituisce un requisito di base per il percorso formativo di ingegneria ambientale. Il corso è destinato a diplomati e laureati con esigenze di reskilling.

OBIETTIVI

Il corso pone le basi per affrontare problemi di calcolo in soluzioni acquose e per il successivo studio dei reattori ambientali o ingegneristici trattati nei corsi successivi.

CONTENUTI

Modulo 1: Unità di misura di concentrazione (4 ore)

- Unità di misura delle concentrazioni
- Legge dei gas ideali e espressione delle concentrazioni in fase gas
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 2: Legge di azione di massa ed equilibrio chimico (4 ore)

- Legge d'azione di massa
- Equilibrio gas/acqua
- Sistemi acido-base
- Complessazione dei metalli
- Sistemi acqua/solidi (solubilità)
- Legge di Henry (equilibrio aria/acqua)
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 3: Sistemi ambientali acido-base (4 ore)

- pH e prodotto ionico dell'acqua

- Costanti di dissociazione acida
- Relazioni per bilanci combinati (bilancio di moli ed equilibri acido/base)
- Alcalinità, acidità ed equilibrio CO₂

Modulo 4: Applicazioni ambientali dei sistemi acido-base (4 ore)

- Esercitazioni mathcad: applicazioni ambientali degli equilibri acido base

CORSO DI FORMAZIONE
“Principi di Ingegneria Chimica: Bilanci di materia ed energia”
Cod. corso EB06A01

I bilanci di materia ed energia sono lo strumento fondamentale per l'analisi dei processi chimici. Il corso affronta le tecniche e i principi di ingegneria chimica per l'impostazione e soluzione dei bilanci di materia ed energia. Le esercitazioni sono condotte con l'ausilio del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 9 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 36 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso sviluppa completamente le basi tecniche per l'impostazione di bilanci di materia ed energia per diplomati e laureati. È consigliabile aver seguito almeno il corso introduttivo all'uso del software mathcad e disporre di conoscenze basilari di termodinamica, preferibilmente il corso previsto dal profilo formativo engineering.

OBIETTIVI

Il corso fornisce le basi tecniche necessarie e sufficienti per l'analisi di processo di flowsheet complessi che si incontrano nelle applicazioni industriali.

CONTENUTI

Modulo 1: Concetti di base nei calcoli chimici (4 ore)

- Concetto di mole, massa e misure di composizione
- Conversioni massa-mole
- Espressione della concentrazione nelle soluzioni
- Proprietà fisiche delle soluzioni (pH, pressione di vapore)
- Legge dei gas ideali
- Miscele di gas e miscele gas-liquido
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 2: Bilanci di materia non reattivi (4 ore)

- Introduzione ed esempi di diagramma a blocchi (BFD) e diagrammi di processo (PFD)
- Analisi dei gradi di libertà di un flowsheet
- Basi del flowsheet e scaling del flowsheet
- Operazioni di ricircolo e bypass
- Cenni sui bilanci di materia non stazionari

Modulo 3: Esercizi: bilanci di materia non reattivi (4 ore)

Esercitazioni con mathcad

Modulo 4: Bilanci di materia reattivi (4 ore)

- Introduzione alle reazioni chimiche (singole, multiple)
- Reazioni dipendenti e indipendenti
- Esercitazioni con mathcad: bilanci di materia reattivi
- Bilancio di reazioni elettrochimiche
- Operazioni di ricircolo, bypass e parallelo di reattori

Modulo 5: Esercizi: bilanci di materia reattivi (4 ore)

- Esercitazioni con mathcad

Modulo 6: Bilanci di energia (4 ore)

- Bilancio di energia steady- state
- Richiami di termodinamica (calore specifico, calore sensibile e latente nei gas)
- Calore sensibile e latente nei liquidi
- Calore specifico delle miscele di liquidi
- Calcolo del bubble point e dew point di miscele ideali

Modulo 7: Esercizi: Bilanci di energia (4 ore)

- Esercitazioni con mathcad

Modulo 8: Bilanci di energia (4 ore)

- Calcoli dell'equilibrio di flash per sistemi multicomponenti
- Variazioni di entalpia nelle reazioni chimiche
- Calori standard di reazione
- Effetto della pressione sui calori di reazione
- Reazioni adiabatiche
- Bilancio di energia dei processi di miscelamento, dissoluzione di solidi, miscele liquido-liquido
- Bilanci di energia nei sistemi gas-liquido.

Modulo 9: Esercizi: Bilanci di energia (4 ore)

- Esercitazioni con mathcad

CORSO DI FORMAZIONE

“Principi di Ingegneria Chimica: Applicazioni industriali di bilanci di materia ed energia”

Cod. corso EB07A01

I bilanci di materia ed energia sono lo strumento fondamentale per l'analisi dei processi chimici. Il corso illustra l'applicazione di casi industriali di bilanci di materia ed energia per applicare le conoscenze acquisite nel corso di bilanci di materia ed energia. Le esercitazioni sono condotte con l'ausilio del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 4 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 16 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che hanno già seguito il corso di Bilanci di materia ed energia.

OBIETTIVI

Il corso mette in pratica le conoscenze acquisite nei corsi precedente mediante l'applicazione dei bilanci mediante l'analisi di flowsheet complessi.

CONTENUTI**Modulo 1: *Processo di purificazione di gas acidi (4 ore)**

- Caso1: elaborazione dei bilanci di materia per un processo di separazione di idrogeno solforato da un gas acido mediante setacci molecolari

Modulo 2: *Processo per la produzione di cemento Portland (4 ore)

- Caso 2: elaborazione dei bilanci e delle specifiche di prodotto basate sulla composizione della materia prima, calcolo delle emissioni al camino, e altri effluenti

Modulo 3: *Processo di produzione di MTBE per reazione tra metanolo e i-butene (4 ore)

- Caso 3: dimensionamento preliminare del processo assegnato il flowsheet.

Modulo 4: *Revamping di un impianto con finalità di risparmio energetico (4 ore)

- Caso 4: calcolo dei bilanci a seguito delle individuazioni di possibili alternative di revamping.

CORSO DI FORMAZIONE
“Principi di Ingegneria Chimica: Unit operation I”
Cod. corso EB08A01

Il corso di unit operation I introduce le principali operazioni elementari dell'industria di processo che costituiscono i tasselli elementari per la sintesi dei processi industriali. Il corso fornisce le basi metodologiche per il dimensionamento preliminare delle principali operazioni elementari dell'industria di processo.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale di 20 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso sviluppa le basi tecniche per il dimensionamento preliminare delle operazioni elementari ed è destinato a diplomati e laureati. È consigliabile aver seguito il corso di bilanci di materia ed energia.

OBIETTIVI

Il corso consente al partecipante di acquisire le nozioni fondamentali per il dimensionamento preliminare delle principali operazioni elementari utilizzate nell'industria di processo.

CONTENUTI

Modulo 1: Distillazione (4 ore)

- Teoria ed esercizi con Mathcad

Modulo 2: Assorbimento e stripping (4 ore)

- Teoria ed esercizi con Mathcad

Modulo 3: Estrazione e leaching (4 ore)

- Esercitazioni con mathcad

Modulo 4: Cristallizzazione, umidificazione, evaporazione (4 ore)

- Esercitazioni con mathcad

Modulo 5: Combustione (4 ore)

- Processi di combustione
- Combustibili liquidi

- Combustibili gassosi
- Aria e fumi di combustione

Esercitazioni con mathcad: calcoli di combustione.

CORSO DI FORMAZIONE
“Principi di Ingegneria Chimica: Unit operation II”
Cod. corso EB09A01

Il corso di unit operation II introduce le principali operazioni elementari dell'industria di processo che costituiscono i tasselli elementari per la sintesi dei processi industriali. Il corso fornisce le basi metodologiche per il dimensionamento preliminare delle principali operazioni elementari dell'industria di processo.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 10 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico per un totale di 40 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso sviluppa le basi tecniche per il dimensionamento preliminare delle operazioni elementari ed è destinato a diplomati e laureati. È consigliabile aver seguito il corso di bilanci di materia ed energia.

OBIETTIVI

Il corso consente al partecipante di acquisire le nozioni fondamentali per il dimensionamento preliminare delle principali operazioni elementari utilizzate nell'industria di processo.

CONTENUTI

Modulo 1: Meccanica dei fluidi (4 ore)

- Statica dei fluidi
- Fluidodinamica
- Equazioni di base della fluidodinamica
- Agitazione e miscelamento di fluidi
- Esercitazioni con mathcad

Modulo 2: Scambio termico (4 ore)

- Meccanismi di trasferimento del calore (conduzione, convezione irraggiamento)
- Equazioni di base per il trasporto di calore
- Scambio termico senza variazioni di fase
- Scambio termico con variazioni di fase
- Scambio termico per irraggiamento
- Esercitazioni con mathcad

Modulo 3: Apparecchiature di scambio termico (4 ore)

- Scambiatori di calore
- Condensatori
- Boiler e caldaie
- Scambio termico nei contenitori agitati
- Evaporazione e tipologie di evaporatori

Modulo 4: Dimensionamento di scambiatori di calore (4 ore)

- Dimensionamento preliminare degli scambiatori di calore
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 5: Stadi di equilibrio e Distillazione (4 ore)

- Operazioni a stadi di equilibrio
- Distillazione flash
- Distillazione con reflusso
- Dimensionamento di una colonna di distillazione con Metodo grafico Mc-Cabe-Thiele
- Progetto di colonne a piatti
- Efficienza di piatto
- Torri impaccate
- Distillazione batch
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 6: Estrazione e leaching (4 ore)

- Apparecchiature per leaching
- Principi di estrazione
- Estrazione con liquidi
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 7: Principi di diffusione e scambio di massa (4 ore)

- Teoria della diffusione
- Coefficienti di scambio di massa
- Efficienza di stadio

Modulo 8: Assorbimento di gas (4 ore)

- Progetto di colonne impaccate
- Principi di assorbimento
- Velocità di assorbimento
- Correlazione di scambio di massa
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 9: Essiccazione di solidi (4 ore)

- Principi di essiccazione
- Apparecchiature di essiccazione
- Essiccatori per solidi e paste
- Essiccatori per soluzioni e fanghi
- Esercitazioni con Mathcad

Modulo 10: Adsorbimento (4 ore)

- Apparecchiature di adsorbimento
- Isotherme di adsorbimento
- Equazioni di base dell'adsorbimento
- Progetto di un adsorbitore
- Esercitazioni con Mathcad

CORSO DI FORMAZIONE
“Principi di Ingegneria Chimica: cinetica chimica e biochimica”
Cod. corso EB10A01

Il corso pone le basi della cinetica chimica dal punto di vista ingegneristico. La cinetica costituisce per il tecnico la base per il dimensionamento del reattore, per lo scale-up, e per l'analisi della dinamica delle reazioni nei reattori reali. Lo studio della cinetica è pertanto affrontato con un approccio ben differente da quello del chimico che è viceversa interessato alla ricerca dei meccanismi di reazione.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore, interamente erogato in laboratorio informatico per un totale di 20 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a diplomati e laureati, anche con conoscenze di base di chimica generale, ma è consigliabile aver partecipato ai corsi di bilanci di materia.

OBIETTIVI

Il corso consente al partecipante di acquisire le nozioni fondamentali della cinetica ai fini del dimensionamento e per lo studio della dinamica dei reattori.

CONTENUTI

Modulo 1: Introduzione alla cinetica (4 ore)

- Concetti fondamentali della cinetica
- Problema cinetico diretto ed inverso
- Soluzioni analitiche delle cinetiche di vario ordine
- Impostazione delle equazioni cinetiche per vari meccanismi di reazione
- Soluzioni analitiche

Modulo 2: Modello matematico di reazioni multi-step (4 ore)

- Costruzione del modello matematico di reazione
- Soluzione matriciale del problema cinetico diretto
- Soluzione numerica del problema cinetico diretto

Modulo 3: Analisi dinamica delle cinetiche di reazione (4 ore)

- Soluzione numerica di cinetiche intrinsecamente instabili
- Studio della stabilità della reazione

Modulo 4: Studio del problema cinetico inverso (4 ore)

- Tecniche di interpolazione dei dati sperimentali
- Determinazione dell'ordine di reazione dai dati sperimentali
- Applicazioni varie

Modulo 5: Esercitazioni (*) (4 ore)

- Cinetica di un reattore batch con enzimi immobilizzati superficialmente
- Cinetica di Michaelis-Menten
- Derivazione della cinetica in presenza di inibizione del substrato
- Diluizione ottimale per la massimizzazione della produttività di un reattore

CORSO DI FORMAZIONE
“Principi di Ingegneria Chimica: ingegneria delle reazioni chimiche”
Cod. corso EB11A01

Il corso introduce le basi dell'ingegneria delle reazioni chimiche e della reattoristica, ovvero quello che è classicamente considerato, dal punto di vista teorico, il nucleo centrale dell'ingegneria chimica. Il corso introduce le basi comuni necessaria alla formazione del tecnico di processo, non affronta viceversa la progettazione avanzata che è generalmente di competenza dei reattoristi.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico, per un totale di 20 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a diplomati e laureati, che abbiano frequentato i corsi di bilanci di materia e di cinetica chimica.

OBIETTIVI

Il corso consente al partecipante di acquisire le nozioni fondamentali per la definizione delle specifiche del reattore e per il dimensionamento e analisi di processi in presenza di reattori.

CONTENUTI

Modulo 1: Conversione e dimensionamento del reattore (4 ore)

- Velocità di reazione
- Equazione di bilancio di moli
- Classificazione e tipi di reattori ideali
- Equazioni dei reattori ideali

Modulo 2: Introduzione al dimensionamento del reattore (4 ore)

- Reattore batch ideale
- Reattore MFR e PFR
- Dimensionamento per reazioni singole

Modulo 3: Dimensionamento per reazioni multiple (4 ore)

- Dimensionamento in presenza di reazioni parallele
- Dimensionamento in presenza di reazioni multiple di vario tipo

Modulo 4: Reattori biochimici (4 ore)

- Fermentazione con Enzimi
- Fermentazione microbica substrato limitante
- Fermentazione microbica prodotto limitante

Modulo 5: Esercitazioni (4 ore)

- Esercizi di dimensionamento di reattori e reazioni multiple

CORSO DI FORMAZIONE
“Principi di Ingegneria Ambientale: Reattori ambientali”
Cod. corso EB12A01

Il corso richiama introduce i bilanci di massa e l'ingegneria del reattore ambientale e del reattore ingegnerizzato per le applicazioni ambientali. Le esercitazioni condotte con l'utilizzo del software mathcad consentono di affrontare in maniera agevole problemi altrimenti complessi sotto il profilo della soluzione numerica.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico, per un totale 20 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso costituisce un requisito di base per il percorso formativo di ingegneria ambientale. Il corso è destinato a diplomati e laureati con esigenze di reskilling.

OBIETTIVI

Il corso pone le basi per lo studio dei reattori naturali e dei reattori ingegneristici per le applicazioni ambientali.

CONTENUTI

Modulo 1: Bilanci di materia nei reattori ideali (4 ore)

- Equazione di bilancio di materia nei reattori ideali
- Analisi dei tempi di residenza e traccianti
- Determinazione della risposta all'impulso e al gradino
- Categorie di reattori ideali (PFR, CMFR, CMBR)
- Modelli di miscelamento

Modulo 2: Reattori ideali (4 ore)

- Reazioni nei differenti tipi di reattori ideali
- Trasporto di massa nei reattori ideali

Modulo 3: Applicazioni ambientali del reattore ideale (4 ore)

- Esercitazione con Mathcad

Modulo 4: Reazioni nei reattori non ideali (4 ore)

- Studio dei tempi di residenza nei reattori non ideali

- Reattori in serie e parallelo
- Dispersione longitudinale nei reattori

Modulo 5: Applicazioni ambientali dei reattori non ideali (4 ore)

- Esercitazioni con Mathcad

CORSO DI FORMAZIONE
“Disegno di processo”
Cod. corso EA01A01

Il corso introduce le basi del disegno di processo (diagramma a blocchi BFD, diagramma di processo PFD, P&I) per progettisti di processo.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 4 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico mediante utilizzo di Excel, disegno manuale e strumenti CAD per un totale 16 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato ai corsi di bilanci di materia. Il corso non ha finalità di sviluppo di skill di disegnazione ma di acquisizione della logica dei diagrammi di processo nell’ambito dell’attività di progettazione. Sulla base degli elementi acquisiti durante il corso il partecipante potrà sviluppare personalmente gli skills di disegnazione, che generalmente richiedono pratica.

OBIETTIVI

Il corso pone le basi per la lettura dei diagrammi di processo e delle basi di disegnazione.

CONTENUTI

Modulo 1: Diagrammi di processo (4 ore)

- Diagrammi a blocchi (BFD) del processo e dell’impianto
- Diagrammi di processo (PFD), definizioni, informazioni necessarie
- Codifica
- Sommario delle apparecchiature
- Sommario dei correnti
- Topologia del processo
- Esercitazione: disegno di un diagramma a blocchi con Excel e CAD

Modulo 2: Piping & instrumentation diagram P&ID (4 ore)

- Convenzioni e normativa
- Lettura dei loop di controllo su un P&ID

- Altre tipologie di diagrammi (Utility flowsheet, Plant-Lay-out, elevation diagram)
- Cenni alla impostazione del Plant-Lay-out
- Introduzione alla normativa ISA 5.1 (Instrumentation symbols and identification)

Modulo 3: Esercitazioni di disegno di PFD (4 ore)

- Lettura di PFD e disegno

Modulo 4: Esercitazioni di disegno di P&I (4 ore)

- Lettura di P&ID e disegno

CORSO DI FORMAZIONE
“**Progettazione e sintesi del processo**”
Cod. corso EA02A01

Il corso introduce e sintetizza gran parte delle nozioni apprese nei corsi precedenti (bilanci di materia, unit operation, etc.) e costituisce il corso principale dell'intero percorso formativo. Sono introdotte le tecniche e le metodiche utilizzate per la sintesi di un processo.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 7 moduli da 4 ore per un totale di 28 ore di formazione. L'introduzione delle tecniche è assistita da applicazioni di casi pratici svolti in aula.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato ai corsi di bilanci di materia e ai corsi di unit operations.

OBIETTIVI

Al termine del corso l'allievo avrà acquisito gli strumenti e le tecniche di base da utilizzare nella sintesi di un processo, abilità che dovrà essere affinata con l'esperienza.

CONTENUTI

Modulo 1: La struttura e la sintesi del Diagramma di processo I (4 ore)

- La gerarchia nella sintesi del processo
- Processi batch e continui
- Fattori da valutare nella decisione batch vs continuo
- La struttura Input-Output del processo
- Process concept diagram
- La topologia del diagramma a blocchi

Modulo 2: La struttura e la sintesi del Diagramma di processo II (4 ore)

- Introduzione alle euristiche di Douglas per la sintesi del processo

Modulo 3: Introduzione ai processi batch (4 ore)

- Dimensionamento di processi batch
- Diagrammi di GANTT e scheduling
- Operazioni sovrapponibili e non sovrapponibili e tempi ciclo
- Stoccaggi di prodotti ed intermedi, unità in parallelo
- Progettazione di apparecchiature per applicazioni multiprodotto

Modulo 4: tecniche di analisi del flowsheet (4 ore)

- Tracciamento di composti che attraversano il flowsheet
- Tracciamento composti non reattivi
- Analizzare le condizioni operative TP “normali” e motivare condizioni “speciali”

Modulo 5: Sintesi processo di produzione del Cloruro di vinile (4 ore)

- Sviluppo dei dati di base
- Definizione delle proprietà termodinamiche (database e simulatori)
- Dati di sicurezza e prezzi di materie prime e prodotti
- Ricerca di dati sperimentali di processo (reazioni, cinetiche, parametri di equilibrio)
- Definizione del diagramma concettuale
- Individuazione delle operazioni elementari
- Selezione delle processing route
- Eliminazione di alternative non profittevoli
- “Eliminazione delle differenze”

Modulo 6: Sintesi del processo tPA (4 ore)

- Sintesi del flowsheet relativo al processo tpA (analogo a modulo 4)

Modulo 7: Altre tecniche di sintesi (4 ore)

- Uso delle euristiche per l’ottimizzazione del flowsheet
- Sintesi del PFD da un BFD generico
- Sintesi mediante simulatore (cenni)

CORSO DI FORMAZIONE
“Simulazioni per l’ingegneria di processo”
Cod. corso EA03A01

Il corso introduce gli strumenti di simulazione utilizzati per l’analisi e nella sintesi dei processi. Gli strumenti di simulazione oggi disponibili consentono di elaborare bilanci di materia ed energia delle differenti alternative di processo considerate accelerando e ottimizzando sia la fase del concept design che lo sviluppo del basic progettuale. Il corso affronta la simulazione steady state del processo, rimandando l’analisi dinamica ai corsi successivi.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 4 moduli da 4 ore per un totale di 16 ore di formazione, interamente erogato in laboratorio informatico mediante utilizzo di strumenti di simulazione Open Source basati sullo standard di interoperabilità CapeOpen. Tali strumenti sono attualmente un ottimo compromesso per un corso introduttivo e per la pratica professionale al fine di operare in settori non altamente specializzati per i quali sono viceversa disponibili specifici pacchetti commerciali generalmente utilizzati da grandi società di ingegneria.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato ai corsi di bilanci di materia e ai corsi di unit operations.

OBIETTIVI

Al termine del corso l’allievo conoscerà le potenzialità dei simulatori di processo, sarà in grado di utilizzare i simulatori di processo open-source per applicazioni general-purpose.

CONTENUTI

Modulo 1: Sintesi di processo mediante simulatore (4 ore)

- La struttura dei simulatori di processo (simulatori modulari e non modulari)
- Panoramica dei simulatori commerciali e Open Source
- Dati di input al simulatore (componenti, proprietà fisiche, etc.)
- Inserimento delle proprietà e dati di input degli stream e apparecchiature
- Gestione degli stream di ricircolo e convergenza delle simulazioni
- Scelta dei modelli termodinamici

Modulo 2: Esercitazione (4 ore)

- Utilizzo del simulatore per calcoli elementari (calcoli su equazione di stato dei gas)
- Calcoli di equilibrio con il simulatore (Operazione di flash e separazione di fase)

- Simulazione di una unità di separazione

Modulo 3: Esercitazione (4 ore)

- Simulazione di un reattore
- Simulazione di un flowsheet con ricircolo

Modulo 4: Esercitazione (4 ore)

- Analisi di un processo mediante simulatore

CORSO DI FORMAZIONE
“Disegno di P&ID”
Cod. corso EA04A01

Il P&ID rappresenta il risultato dell'ingegneria di processo nonché lo strumento di coordinamento dell'intero progetto di impianto. La sintesi di un P&ID è affrontata in altri corsi, il presente è finalizzato a sviluppare con esercitazioni gli skills fondamentali di disegno.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 4 moduli da 4 ore, per un totale di 16 ore di formazione, interamente erogato in laboratorio informatico mediante utilizzo di strumenti CAD.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato al corso di disegno di processo.

OBIETTIVI

Al termine del corso l'allievo avrà sviluppato le abilità di base per la lettura e il disegno di P&ID. L'esercitazione diretta su P&I esistenti costituisce non solo lo strumento per sviluppare capacità di disegno, ma soprattutto consente di memorizzare i principali loop di controllo standard per specifiche unità o schemi standard.

CONTENUTI

Il corso è realizzato mediante esercitazioni di disegno manuale utile nella fase di sketching e disegno con strumenti cad

Modulo 1: Definizioni e simboli utilizzati nel disegno di P&ID (4 ore)

- Simboli di base (valvole, segnali, strumentazione e controllori)
- Codifica degli strumenti
- Simboli delle apparecchiature principali (standard ISA e UNICHIM)
- Lettura di P&I semplici

Modulo 2: Normativa ISA 5.1 (4 ore)

- Termini e definizioni
- Dimensione del foglio e lay-out dei P&ID
- Identificazione dei loop di controllo
- Esercitazione

Modulo 3: Esercitazioni (4 ore)

- Analisi e disegno di P&ID di unità standard

Modulo 4: Esercitazioni (4 ore)

- Analisi e disegno di P&ID di unità multiple

CORSO DI FORMAZIONE
“Sicurezza di processo”
Cod. corso EA05A01

Il corso introduce lo studio delle basi della sicurezza di processo. Gli argomenti sono propedeutici ai successivi corsi di “progettazione della sicurezza di processo” e “sistemi di controllo per la sicurezza di processo”.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 17 moduli da 4 ore per un totale di 68 ore di formazione. L'introduzione delle tecniche è assistita da applicazioni di casi pratici svolti in aula.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato ai corsi avanzati di progettazione e sintesi del processo.

OBIETTIVI

Al termine del corso l'allievo avrà acquisito le conoscenze di base per la valutazione della sicurezza di processo.

CONTENUTI

Modulo 1: Introduzione alla sicurezza di processo (4 ore)

- Incidenti e danno statistico
- Esempi di calcolo del rischio di incidente e del danno
- La piramide degli incidenti
- Rischio accettabile
- La percezione del rischio
- La natura dei processi incidentali
- La sicurezza intrinseca
- 4 casi di distrastrali ambientali e direttiva Seveso

Modulo 2: Cenni di tossicologia (4 ore)

- Percorsi di migrazione dei tossici nell'organismo
- Effetti dei tossici nell'organismo
- Studi tossicologici,
- Relazioni e modelli dose-risposta
- Esercizi elementari di calcolo dose-risposta
- Valori limite di soglia accettabili (TLV, TWA, PEL)

Modulo 3: Igiene industriale I (4 ore)

- Schede di sicurezza delle sostanze
- Esercitazione: Calcolo della esposizione a tossici industriali
- Esercitazione: Calcolo della esposizione alle polveri
- Esercitazione: Calcolo della esposizione a rumore
- Esercitazione: Calcolo della esposizione a vapori tossici

Modulo 4: Igiene industriale II (4 ore)

- Esercitazione: stima delle portate di vaporizzazione da superfici liquide
- Esercitazione: stima delle portate di vaporizzazione da contenitori atmosferici
- Esercitazione: stima di vapori in fase di caricamento di un serbatoio
- Sistemi di protezione: ventilazione, respiratori
- Calcolo dei sistemi di aspirazione
- Dimensionamento di un sistema di ventilazione per diluizione

Modulo 5: Sorgenti di rilascio (4 ore)

- Tipologie di sorgenti di rilascio
- Stima dell'efflusso di liquidi attraverso fori ed aperture
- Stima dell'efflusso di vapori attraverso fori ed aperture
- Flashing di liquidi
- Analisi del rilascio con caso realistico e caso peggiore

Modulo 6: Incendi ed esplosioni I (4 ore)

- Il triangolo del fuoco
- Differenze tra incendio ed esplosione
- Infiammabilità dei liquidi e vapori
- Miscele di vapori
- Dipendenza dei limiti di infiammabilità dalla temperatura
- Dipendenza dei limiti di infiammabilità dalla pressione
- Stima dei limiti di infiammabilità
- Esercizi sui limiti di infiammabilità

Modulo 7: incendi ed esplosioni II (4 ore)

- Limiti di concentrazione di ossigeno ed inertizzazione
- Diagramma di infiammabilità
- Esercitazioni con il diagramma di infiammabilità
- Energia di ignizione, autoignizione
- Compressione adiabatica
- Sorgenti di ignizione

Modulo 8: incendi ed esplosioni III (4 ore)

- Esplosioni, detonazione e deflagrazione
- Esplosioni confinate
- Caratteristica di esplosione
- Esercitazione: calcoli di esplosione
- Equivalenza TNT

- Metodo TNO
- Energia da esplosione chimica
- Energia da esplosione meccanica
- Danni da esplosione
- Esplosione di una nuvola di vapori
- Esplosione da liquido in ebollizione

Modulo 9: progettazione per la prevenzione incendi ed esplosioni I (4 ore)

- Inertizzazione
- Creazione del vuoto
- Riempimento in pressione
- Utilizzo del diagramma di infiammabilità per limitare le atmosfere esplosive
- Elettricità statica, scarica
- Energia di ignizione elettrostatica
- Esercitazione: calcoli di prevenzione incendi da scarica

Modulo 10: progettazione per la prevenzione incendi ed esplosioni II (4 ore)

- Capacità elettrica di una massa
- Correnti elettriche sul piping
- Bilancio della carica statica di un serbatoio collegato con piping
- Esercitazioni: Calcolo dell'energia elettrostatica su un sistema di apparecchiature e piping

Modulo 11: progettazione per la prevenzione incendi ed esplosioni III (4 ore)

- Controllo della elettricità: protezioni e messa a terra
- Aumento della conducibilità con additivi
- Apparecchiature a prova di esplosione
- Ventilazione ai fini della protezione antincendio
- Dimensionamento di impianti sprinkler

Modulo 12: tecniche e dispositivi di protezione da sovrappressioni I (4 ore)

- Dispositivi e tecniche di protezione dalle sovrappressioni
- Linee guida per il posizionamento dei dispositivi
- Tipologia di dispositivi
- Scenari di rilascio
- Dati per il dimensionamento delle valvole di sicurezza

Modulo 13: progettazione di processo da sovrappressioni (4 ore)

- Criteri di processo
- Esercitazioni: sicurezza di apparecchiature singole
- Torce, Scrubber, condensatori
- Esercitazioni: analisi di sicurezza di flowsheet semplici

Modulo 13: Dimensionamento dei dispositivi di protezione da sovrappressione (4 ore)

- Dimensionamento di valvole a molla in presenza di liquidi
- Dimensionamento di valvole a molla in presenza di vapori e gas
- Dischi di rottura a servizio di liquidi
- Dischi di rottura a servizio di vapori e gas

Modulo 14: Dimensionamento dei dispositivi di protezione da sovrappressione II (4 ore)

- Dimensionamento di valvole di sicurezza per flussi bifase durante reazioni runaway
- Ventilazione di vapori e polveri prodotti da deflagrazioni
- Ventilazione per incendi esterni alle apparecchiature
- Dispositivi di sicurezza per espansioni termiche di fluidi di processo

Modulo 15: Identificazione ed analisi dei rischi e dei pericoli (4 ore)

- Check-list, indice DOW
- Metodo Hazop
- Esercitazione: Analisi Hazop di un reattore esotermico
- Metodo Safety Review per analisi di modifiche del processo
- Esercitazioni

Modulo 16: Affidabilità e valutazione quantitativa del rischio (4 ore)

- Definizione probabilistica di rischio
- Interazioni tra unità di processo in termini di rischio (Affidabilità)
- Esercitazioni: calcolo della affidabilità di schemi elementari di processo
- Albero degli eventi e dei guasti (esempio di calcolo su schema elementare di processo)
- La gerarchia degli interventi di sicurezza nella sintesi del processo

Modulo 17: Analisi della sicurezza per incidenti storici (4 ore)

- Imparare dagli incidenti pregressi
- Tecniche per lo studio della sicurezza da analisi di incidenti pregressi
- Esercizi di analisi di sicurezza da incidenti pregressi
- Analisi di alcuni casi di incidenti

CORSO DI FORMAZIONE
“Dinamica e controllo dei processi”
Cod. corso EA08A01

Il corso introduce le basi per lo studio della dinamica ed il controllo dei processi. La soluzione degli esercizi è realizzata mediante esercitazioni di base con software mathcad e utilizzo di simulatori opensource (scicoslab).

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore, per un totale di 20 ore di formazione, interamente erogato in laboratorio informatico.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato ai corsi di progettazione e sintesi del processo.

Il corso è finalizzato alla figura del processista e non dello strumentista o del programmatore di sistemi di controllo.

OBIETTIVI

Il corso pone le basi per la progettazione dei sistemi di controllo del processo e per lo studio della dinamica e della stabilità dei processi industriali.

CONTENUTI

Modulo 1: Diagrammi di processo (4 ore)

- Introduzione alle problematiche del controllo dei processi
- Il controllo di processi batch e continui
- La gerarchia dei sistemi di controllo e i tipi di controllo
- Approccio tradizionale al controllo versus approcci model based

Modulo 2: Basi di dinamica del processo (4 ore)

- Trasformata di Laplace, funzioni di trasferimento e modelli spazio-stati
- Dinamica di sistemi del primo e secondo ordine
- Sviluppo di modelli empirici dai dati di processo
- Esercitazioni

Modulo 3: Controllo feedback e feedforward (4 ore)

- Controllo feedback
- Modi di controllo di base

- Risposta di un sistema di controllo
- Elementi del sistema di controllo (trasduttore, elemento finale del controllo, controllore)

Modulo 4: Progetto del sistema di controllo (4 ore)

- Influenza delle variabili di processo sul sistema di controllo
- Gradi di libertà del sistema di controllo
- Scelta delle variabili controllate e manipolate
- Rapporto tra sicurezza di processo e sistemi di controllo del processo

Modulo 5: Stabilità dei sistemi di controllo ad anello chiuso (4 ore)

- Rappresentazione mediante diagramma a blocchi
- Funzione di trasferimento ad anello chiuso

Risposta ad anello chiuso di sistemi semplici

CORSO DI FORMAZIONE
“Sintesi del controllo di processo”
Cod. corso EA09A01

Il corso affronta le tecniche necessarie alla sintesi del sistema di controllo di processo plantwide e le strategie utilizzate al fine della soluzione ottimale.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 6 moduli da 4 ore, per un totale di 24 ore di formazione, interamente erogato in laboratorio informatico.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato al corso di dinamica e controllo di processo.

OBIETTIVI

Il corso pone le basi per la corretta progettazione di sistemi di controllo a livello di apparecchiature e controllo plantwide.

CONTENUTI

Modulo 1: Sistemi di controllo di processo (4 ore)

- Introduzione al sistema di controllo di processo plantwide
- Model based control versus controllo convenzionale
- Concetti fondamentali del controllo plantwide
- Effetti del ricircolo sul controllo
- Effetti sul controllo di unità in serie
- Effetto delle costanti di tempo nei sistemi con ricircolo
- Snowball Effects

Modulo 2: Strutture di controllo (4 ore)

- Strutture di controllo convenzionali
- Strutture di controllo per schemi con interazione reazione/separazioni
- Esempio di un sistema binario
- Controllabilità dinamica
- Esempio di sistema ternario

Modulo 3: Procedure di progettazione del controllo plantwide (4 ore)

- Richiami alle strategie di base (bucley, Douglas, Luyben)
- Definizione degli obiettivi del controllo

- Analisi dei gradi di libertà
- Definizione delle velocità di produzione
- Verifica dei bilanci di componenti
- Ottimizzazione della controllabilità

Modulo 4: Controllo di reattori (4 ore)

- Comportamento open-loop, molteplicità e stabilità del reattore
- Oscillazioni open-loop
- Controllo della temperatura
- Controllo economico
- Influenza del processo sul reattore
- Esempi di schemi di controllo: reattore di polimerizzazione, reattore

Modulo 5: Schemi di controllo di altre unità (4 ore)

- Scambiatori di calore
- Colonne di distillazione
- Compressori, forni, etc.

Modulo 6: Casi di progetto di sistemi di controllo (4 ore)

- Analisi del sistema di controllo del processo Eastmann
- Analisi del sistema di controllo del processo HDA

CORSO DI FORMAZIONE
“Progettazione del sistema di controllo”
Cod. corso EA10A01

Il corso illustra la pratica del processo di progettazione del sistema di controllo a valle della elaborazione del P&ID.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore, per un totale di 20 ore di formazione, interamente erogato in laboratorio informatico.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già partecipato al corso di Sintesi del controllo di processo.

OBIETTIVI

Il corso dettaglia le fasi del processo di progettazione di un sistema di controllo e la gestione della documentazione di progetto.

CONTENUTI

Modulo 1: Introduzione (4 ore)

- Diagramma di processo e P&ID posto a base del progetto tipo realizzato nel corso
- Tipi di documentazione: diagramma dei loop di controllo, lista degli strumenti, plot-plan
- Richiami di disegno di P&ID
- Comprensione dei loop di controllo rappresentati nel P&ID del caso in studio

Modulo 2: liste e database (4 ore)

- Costruzione della lista strumenti
- Utilizzo dei database general purpose
- Datasheets delle specifiche strumenti
- Fasi del processo di acquisto degli strumenti

Modulo 3: Diagrammi logici (4 ore)

- Diagramma Ladder
- Documentazione del sistema di controllo ON-OFF
- Un esempio di diagramma logico
- Sistemi strumentali di sicurezza (SIS)

Modulo 4: Diagrammi dei loop di controllo (4 ore)

- Disegni di installazione della strumentazione
- Location plan della strumentazione

Modulo 5: Dettagli di installazione e location plans (4 ore)

- Linee guida per la redazione dei loop diagram
- Sviluppo dei loop diagram nel processo in studio
- Documentazione di progetto, gestione e rilascio

CORSO DI FORMAZIONE
“Introduzione alla modellistica ambientale”
Cod. corso EA12A01

Il corso, sulla base delle conoscenze acquisite nei corsi precedenti, introduce le tecniche di modellazione delle equazioni di trasporto e di reazione in sistemi ambientali naturali per applicazioni a comparto singolo e multi comparto. Le esercitazioni condotte con l'utilizzo del software mathcad consentono di affrontare in maniera agevole problemi altrimenti complessi sotto il profilo della soluzione numerica.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 5 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico, per un totale 20 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano già una preparazione solida di chimica ambientale e siano a conoscenza delle equazioni di bilancio e di trasporto nei sistemi ambientali.

OBIETTIVI

Il corso consente al partecipante di impostare il modello del sistema ambientale, che a seconda dei casi e della complessità può essere risolto con strumenti di base come Mathcad o con strumenti di programmazione e simulazione avanzati che vengono affrontati nei corsi successivi.

CONTENUTI

Modulo 1: Equazioni di trasporto (4 ore)

- Introduzione ai fenomeni di advezione e diffusione
- Moto random
- Fenomeni di diffusione nei mezzi porosi
- Altri fenomeni di trasporto nell'ambiente

Modulo 2: Trasporto attraverso interfacce (4 ore)

- Il ruolo delle interfacce nell'ambiente
- Tipologia di interfacce (Bottleneck boundaries, Wall Boudaries, diffusive e spherical boundaries)
- Scambio all'interfaccia aria-acqua (modelli e misure)

Modulo 3: Modelli a box (4 ore)

- Principi di modellazione

- Costruzione di modelli One-Box
- Costruzione di modelli Two-Box
- Modelli nello spazio e nel tempo

Modulo 4: Studio di casi (4 ore)

- Esercitazioni con Mathcad
- Modello One-Box di un lago

Modulo 5: Studio di casi (4 ore)

- Trasporto reattivo di un inquinante in un fiume
- Studio dei processi di adsorbimento e reattivi di un inquinante immesso in falda

CORSO DI FORMAZIONE
“Ingegneria Preliminare”
Cod. corso EP01A01

Il corso illustra le fasi di sviluppo dell’ingegneria preliminare o conceptual engineering. Gli argomenti del corso risultano già noti all’allievo ma vengono illustrati secondo la sequenza di approccio ad un progetto ed integrati con gli aspetti economici della valutazione del processo al fine di elaborare la fattibilità economica preliminare, ovvero un conceptual design package.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 13 moduli da 4 ore, per un totale 52 ore di formazione in aula e laboratorio informatico.

DESTINATARI

Per una piena comprensione degli argomenti trattati sono necessarie le conoscenze acquisite nei moduli precedenti. Possono partecipare al corso anche coloro che non abbiano seguito i corsi precedenti, laddove interessati ai profili di project management dei progetti di impianto o per acquisire le basi della fattibilità tecnico-economica degli impianti di processo.

OBIETTIVI

Illustrare il percorso che porta allo sviluppo della fattibilità preliminare e del concept design package da porsi a base di un successivo basic design o di un’offerta tecnico-economica di una progettazione di impianto.

CONTENUTI

Modulo 1: Richiami di progettazione di processo (4 ore)

- Ruolo dell’Ingegnere di processo
- Responsabilità professionale
- Individuazione e selezione di processi competitivi
- Decisione di sviluppo di nuovi processi
- Analisi dei costi di processi competitivi
- Confronto di alternative di processo

Modulo 2: Scelta del sito I (4 ore)

- Disponibilità e costi degli input e utilities (Energia, acqua, etc.)
- Fattori materiali ed ambientali nelle scelte di localizzazione
- Fattori economici nelle scelte di localizzazione

- Fattori politici e istituzionali nelle scelte di localizzazione
- Scelta della migliore alternativa
- Lo sviluppo del territorio nella localizzazione di grandi progetti di impianto

Modulo 3: Scopo del progetto (4 ore)

- Processo di elaborazione dello scopo di progetto
- Basi di progetto: quantità e qualità di materie prime e prodotti
- Dimensionamento della capacità dell'impianto e previsioni di espansione
- Operatività dell'impianto
- Stoccaggio e sicurezza dell'approvvigionamento
- Negoziazione e approvazione dello scopo di progetto con il Committente
- Esercitazione: Elaborazione di uno scope summary.

Modulo 4: Progettazione preliminare e scelte di sicurezza (4 ore)

- Scelte iniziali di sicurezza del processo
- Effetto delle separazioni sulla sicurezza di processo
- Bilancio di materia (si assume la conoscenza del flowsheeting e bilanci di materia)
- Esercitazione: analisi di un caso

Modulo 5: Lista delle apparecchiature I (4 ore)

- Dimensionamento di apparecchiature
- Preparazione di datasheet apparecchiature
- Scelta dei materiali (corrosione, temperature e pressioni)
- Regole euristiche per il dimensionamento preliminare di apparecchiature
- Esercitazione: dimensionamento apparecchiature e preparazione lista apparecchiature

Modulo 6: Lista delle apparecchiature II (4 ore)

- Esercitazione: dimensionamento apparecchiature e preparazione lista apparecchiature

Modulo 7: Lay-out dell'impianto (4 ore)

- Lay-out preliminare di impianto e definizione ingombri
- Disposizioni e stoccaggi
- Aree di trattamento
- Disposizione di apparecchiature (in pianta e elevazione)
- Distanze per operazioni di manutenzione
- Layout accessi e Piperacks
- Previsioni di ampliamento
- Esercitazione di lay-out

Modulo 8: Controllo di processo (4 ore)

- Disegno preliminare del controllo e stima dei costi
- Specifiche della strumentazione e delle valvole
- Controlli di processo sul bilancio di materia
- Tecnologia del sistema di controllo (pneumatico versus elettronico, controllo manuale)
- Esercitazione: analisi di un caso

Modulo 9: Fabbisogno di energia, utilities e personale I (4 ore)

- Valutazione preliminare del potenziale di recupero energetico

- Disponibilità di energia, acqua di raffreddamento e trattamenti, raffreddamento ad aria
- Sistemi di refrigerazione
- Dimensionamento fabbisogni di energia (Forni, brucatori, scambiatori, pompe, ventilatori, compressori)
- Sistemi di trasporto pneumatici
- Previsioni di ampliamento
- Illuminazione
- Ventilazione locali
- Acqua sanitaria
- Personale

Modulo 10: Fabbisogno di energia, utilities e personale (4 ore)

- Esercitazione: dimensionamento fabbisogni energia utilities, personale

Modulo 11: Stima dei costi I (4 ore)

- Indici di costi standard
- Curve costi-capacità
- Stima dei costi per tipologia di apparecchiatura
- Esercitazioni: stima dei costi

Modulo 12: Stima dei costi II (4 ore)

- Esercitazioni

Modulo 13: Valutazione economica dell'investimento (4 ore)

- Classificazione dei costi (investimento, operativi, deprezzamento, tasse, etc.)
- Misure elementari di convenienza (ROI, NPV, etc.)
- Tecniche di attualizzazione (interesse semplice, composto)
- Deprezzamento, vita utile impianto e dismissione

Esercitazioni: valutazione economica (base case e sensibilità)

CORSO DI FORMAZIONE
“Ingegneria ambientale: acque superficiali e sotterranee”
Cod. corso EP07A01

Il corso introduce ai calcoli di principio della ingegneria ambientale che non sono affrontati nei corsi di base e dettaglia i dimensionamenti di apparecchiature tipiche dei differenti settori dell'ingegneria ambientale. Le esercitazioni sono condotte con l'utilizzo del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 6 moduli da 4 ore, interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 24 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso affronta il dimensionamento di base di sistemi e apparecchiature per l'ingegneria ambientale e non necessita di conoscenze avanzate, può pertanto essere affrontato da diplomati o laureati.

OBIETTIVI

Il corso fornisce una panoramica sul dimensionamento dei principali sistemi ed apparecchiature dell'ingegneria ambientale.

CONTENUTI

Modulo 1: Richiami di calcolo elementare applicato all'ingegneria ambientale (4 ore)

- Richiami di calcolo delle principali unità di misura
- Calcoli elementari su pH, mixing, pompaggio e flusso di liquidi e fanghi
- Richiami di statistica (media, mediana, deviazione standard, regressione)

Modulo 2: Flussi e corsi d'acqua superficiali I (4 ore)

- Scarico puntuale in un fiume
- Tempo di percorrenza
- Ossigeno disciolto e temperatura dell'acqua
- Domanda biochimica di ossigeno e cinetiche di reazione
- Calcoli di re-areazione
- Domanda di ossigeno dei sedimenti

Modulo 3: Flussi e corsi d'acqua superficiali II (4 ore)

- Calcolo della capacità di autopurificazione di un corso d'acqua
- Esercitazioni Mathcad: Applicazioni pratiche

Modulo 4: Laghi e riserve (4 ore)

- Bilancio idrico ed energetico
- Cenni su inquinamento, esempi di calcolo per risanamento

Modulo 5: Acque sotterranee (4 ore)

- Tipi di acquiferi, zona di influenza e cattura
- Parametri idrogeologici dell'acquifero
- Legge di Darcy
- Flussi stazionari, anisotropia degli acquiferi, flussi non stazionari
- Esempi di calcolo

Modulo 6: Contaminanti delle acque sotterranee (4 ore)

- Sorgenti di contaminazione e fenomeni di trasporto
- Sistemi di stoccaggio interrati
- Plume di rilascio

CORSO DI FORMAZIONE
“Ingegneria ambientale: acque ad uso potabile”
Cod. corso EP08A01

Il corso introduce ai calcoli di principio della ingegneria ambientale che non sono affrontati nei corsi di base e dettaglia i dimensionamenti di apparecchiature tipiche dei differenti settori dell'ingegneria ambientale. Le esercitazioni sono condotte con l'utilizzo del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 6 moduli da 4 ore, interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 24 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso affronta il dimensionamento di base di sistemi e apparecchiature per l'ingegneria ambientale e non necessita di conoscenze avanzate, può pertanto essere affrontato da diplomati o laureati.

OBIETTIVI

Il corso fornisce una panoramica sul dimensionamento dei principali sistemi ed apparecchiature dell'ingegneria ambientale.

CONTENUTI

Modulo 1: Richiami di idraulica I (4 ore)

- Flusso in tubi, teorema di Bernoulli, coefficiente di attrito
- Equazione di Hazen-Williams
- Sistemi di piping
- Reti di distribuzione dell'acqua
- Pompe, caratteristica della pompa, energia di pompaggio e costi

Modulo 2: Richiami di idraulica II (4 ore)

- Flusso in canali aperti
- Flusso in condotti parzialmente riempiti
- Velocità di auto pulizia del condotto
- Salti idraulici
- Misure di flusso

Modulo 3: Acque ad uso potabile I (4 ore)

- Stima domanda e qualità dell'acqua

- Trattamenti di areazione e strippaggio
- Calcolo di torri e letto impaccato
- Efflusso da ugelli

Modulo 4: Acque ad uso potabile II (4 ore)

- Calcoli di equilibrio e solubilità
- Coagulazione
- Miscelamento
- Flocculazione
- Sedimentazione

Modulo 5: Acque ad uso potabile III (4 ore)

- Gestione degli overflow
- Sedimentatori inclinati
- Filtrazione
- Perdite di carico in letti luidizzati

Modulo 6: Acque ad uso potabile IV (4 ore)

- Calcoli di addolcimento dell'acqua
- Resine a scambio ionico
- Rimozione dei nitrati
- Adsorbimento con carboni attivi
- Processi di purificazione con membrane e osmosi inversa
- Disinfezione

CORSO DI FORMAZIONE
“Ingegneria ambientale: trattamento delle acque reflue”
Cod. corso EP09A01

Il corso introduce ai calcoli di principio della ingegneria ambientale che non sono affrontati nei corsi di base e dettaglia i dimensionamenti di apparecchiature tipiche dei differenti settori dell'ingegneria ambientale. Le esercitazioni sono condotte con l'utilizzo del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 7 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico, per un totale 28 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso affronta il dimensionamento di base di sistemi e apparecchiature per l'ingegneria ambientale e non necessita di conoscenze avanzate, può pertanto essere affrontato da diplomati o laureati.

OBIETTIVI

Il corso fornisce una panoramica sul dimensionamento dei principali sistemi ed apparecchiature dell'ingegneria ambientale.

CONTENUTI

Modulo 1: Proprietà delle acque reflue e meteoriche (4 ore)

- Proprietà e composizione delle acque reflue
- Cenni di sistemi di fognatura
- Dimensionamento dei flussi
- Intensità di pioggia e stima delle portate di pioggia
- Modelli di runOff

Modulo 2: Sistemi di fognatura (4 ore)

- Idraulica dei sistemi fognanti
- Stazioni di pompaggio
- Particolari costruttivi sistemi fognanti

Modulo 3: Trattamento delle acque reflue I (4 ore)

- Trattamenti preliminari, primari e secondari
- Apparecchiature di separazione
- Apparecchiature di frantumazione

- Sistemi per l'equalizzazione dei flussi
- Sedimentazione
- Trattamenti di flocculazione
- Dimensionamento dei sistemi di sedimentazione

Modulo 4: Trattamento delle acque reflue II (4 ore)

- Sistemi di trattamento biologici (secondari)
- Cinetiche e bilanci del processo a fanghi attivati
- Dimensionamento di un processo a fanghi attivati con ricircolo

Modulo 5: Trattamento delle acque reflue III (4 ore)

- Studio di vari schemi di processo a fanghi attivati
- Sistemi di areazione e miscelamento
- Dimensionamento di Filtri a gocciolamento (trickling filter)

Modulo 6: Trattamento delle acque reflue IV (4 ore)

- Bacini di stabilizzazione
- Chiarificatori secondari
- Dimensionamento dei trattamenti di disinfezione e ozonizzazione degli effluenti
- Cenni a processi speciali (rimozione fosforo, controllo azoto, denitrificazione)

Modulo 7: Trattamento fanghi (4 ore)

- Quantità e composizione dei fanghi
- Alternative di trattamento
- Digestione anaerobica

CORSO DI FORMAZIONE
“Ingegneria ambientale: Incenerimento di rifiuti solidi”
Cod. corso EP10A01

Il corso introduce ai calcoli di principio della ingegneria ambientale che non sono affrontati nei corsi di base e dettaglia i dimensionamenti di apparecchiature tipiche dei differenti settori dell'ingegneria ambientale. Le esercitazioni sono condotte con l'utilizzo del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 7 moduli da 4 ore, interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 28 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso affronta il dimensionamento di base di sistemi e apparecchiature per l'ingegneria ambientale e non necessita di conoscenze avanzate, può pertanto essere affrontato da diplomati o laureati.

OBIETTIVI

Il corso fornisce una panoramica sul dimensionamento dei principali sistemi ed apparecchiature dell'ingegneria ambientale.

CONTENUTI

Modulo 1: Combustione e incenerimento I (4 ore)

- Introduzione alla combustione e incenerimento dei rifiuti
- Combustione completa
- Incenerimento completo ed incompleto
- Aria di combustione

Modulo 2: Combustione e incenerimento II (4 ore)

- Costanti di combustione e fattori di correzione
- Efficienza di combustione
- Combustione di composti clorurati
- Esercitazioni: bilanci di materia ed energia di processi di incenerimento

Modulo 3: Calcoli di unità di incenerimento I (4 ore)

- Temperatura adiabatica
- Tempi di residenza
- Dimensionamento condotti e camera

- Verifica fattori di miscelazione
- Dimensionamento ventilatori
- Scelta del refrattario

Modulo 4: Calcoli di unità di incenerimento II (4 ore)

- Utilizzazione dell'energia termica dei fumi e recupero termici
- Tipologie di post-combustori e dimensionamento
- Tipologie di inceneritori
- Valutazione dei dati ottenuti dai test-run in fase di start-up

Modulo 5: Calcolo delle concentrazioni al camino (4 ore)

- Calcolo delle emissioni inquinanti al camino e verifica di conformità rispetto ai limiti normativi
- Emissione delle specifiche operative
- Dimensionamento di un impianto di incenerimento, verifica delle emissioni, ed emissione delle specifiche

Modulo 6: Tipologie di inceneritori (4 ore)

- Inceneritore a griglia fissa e mobile
- Inceneritore a tamburo rotante
- Inceneritore a letto fluido
- Apparecchiature di controllo delle emissioni

Modulo 7: unità di abbattimento delle emissioni (4 ore)

- Torri ad umido, abbattimento elettrostatico ad umido, filtri a maniche
- Controllo delle emissioni acide
- Cenni di lay-out e impianto di incenerimento dei rifiuti solidi urbani

CORSO DI FORMAZIONE
“Ingegneria ambientale: sistemi di trattamento delle emissioni”
Cod. corso EP11A01

Il corso introduce ai calcoli di principio della ingegneria ambientale che non sono affrontati nei corsi di base e dettaglia i dimensionamenti di apparecchiature tipiche dei differenti settori dell'ingegneria ambientale. Le esercitazioni sono condotte con l'utilizzo del software mathcad.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 6 moduli da 4 ore interamente erogato in laboratorio informatico, per un totale 24 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso affronta il dimensionamento di base di sistemi e apparecchiature per l'ingegneria ambientale e non necessita di conoscenze avanzate, può pertanto essere affrontato da diplomati o laureati.

OBIETTIVI

Il corso fornisce una panoramica sul dimensionamento dei principali sistemi ed apparecchiature dell'ingegneria ambientale.

CONTENUTI

Modulo 1: Introduzione (4 ore)

- Definizione di inquinante e tipologia di inquinanti
- Calcolo delle emissioni in atmosfera
- Correzione del volume
- Determinazione dell'eccesso d'aria
- Uso dei fattori di emissione

Modulo 2: Operazioni elementari per il trattamento delle emissioni I (4 ore)

- Principi di Assorbimento
- Dimensionamento di colonne
- Principi di Adsorbimento
- Dimensionamento di unità di adsorbimento
- Bilanci di schemi di processo con unità di adsorbimento

Modulo 3: Operazioni elementari per il trattamento delle emissioni II (4 ore)

- Controllo delle emissioni mediante combustione (torce, caldaie, inceneritori catalitici)
- Dimensionamento di sistemi di controllo delle emissioni mediante combustione

- Controllo delle emissioni per condensazione (condensatori)
- Controllo delle emissioni di NO_x, SO_x

Modulo 4: Apparecchiature ausiliarie (4 ore)

- Ventilatori, Cappe
- Condotti
- Pompe
- Strumentazione di monitoraggio delle emissioni

Modulo 5: Trattamento del particolato (4 ore)

- Composizione del particolato
- Calcoli elementari della fluidodinamica delle particelle
- Analisi granulometrica delle particelle
- Fattori che influenzano il trattamento del particolato
- Dimensionamento camere di deposizione
- Dimensionamento cicloni, precipitatori elettrostatici, filtri a maniche

Modulo 6: Scrubber a secco ed umido (4 ore)

- Assorbimento ad umido per il controllo del particolato
- Efficienza di abbattimento di uno scrubber venturi
- Dettagli costruttivi e dimensionamento di unità di scrubbing

CORSO DI FORMAZIONE
“Trasporto di inquinanti nelle acque”
Cod. corso EP12A01

Il corso introduce i fenomeni di trasporto nelle acque sotterranee richiamando i principi e i metodi di calcolo. Gli esercizi guidano gli allievi alla soluzione di problemi pratici di trasporto mediante l'utilizzo del software mathcad e del software OpenSource Scilab e scicoslab.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 7 moduli da 4 ore, interamente erogato in laboratorio informativo per un totale di 28 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro in possesso di una preparazione di base in materia di fenomeni di trasporto e che abbiano confidenza con l'utilizzo del software di calcolo mathcad. Una preventiva conoscenza dell'uso del software scicoslab non è necessaria in quanto sono fornite le conoscenze elementari per lo studio di tale software.

OBIETTIVI

Il corso fornisce gli strumenti pratici per lo sviluppo di modelli di calcolo dei fenomeni di trasporto di inquinanti nelle acque superficiali e sotterranee.

CONTENUTI

Modulo 1: Principi di modellazione e trasporto I (4 ore)

- Tipi di modelli
- Fasi della modellazione
- Leggi fondamentali
- Equazione di continuità
- Introduzione all'uso del software scicoslab

Modulo 2: Principi di modellazione e trasporto II (4 ore)

- Il principio di conservazione
- La legge di fick
- Le equazioni di trasporto
- Condizioni iniziali e al contorno
- Soluzione numerica dell'equazione di trasporto 1D

Modulo 3: Trasporto con decadimento e degradazione (4 ore)

- Decadimento e degradazione
- Soluzione dell'equazione di trasporto 1D con degradazione
- Soluzione transitoria dell'equazione di trasporto con decadimento

Modulo 4: Trasporto con adsorbimento (4 ore)

- Meccanismi di scambio di fase
- Fattore di ritardo
- Soluzione analitica
- Soluzione numerica
- Adsorbimento lento

Modulo 5: Trasporto e cinetiche (4 ore)

- Legge di azione di massa e cinetiche di reazione
- Cinetica di Monod, Michaelis-Menten e Blackwell
- Soluzione steady e dinamica di una cinetica di degradazione batterica

Modulo 5: Trasporto in presenza di reazioni di equilibrio (4 ore)

- Legge di azione di massa in presenza di reazioni di equilibrio
- Calcoli di speciazione
- Adsorbimento e legge di azione di massa
- Trasporto con speciazione

Modulo 6: Esercitazioni (4 ore)

Modulo 7: Esercitazioni (4 ore)

CORSO DI FORMAZIONE
“Progettazione della Sicurezza di processo”
Cod. corso ES02A01

Il corso fornisce gli elementi per lo studio della sicurezza in processo in fase di progettazione, integrando le competenze di base acquisite nei corsi precedenti, con competenze specialistiche per lo studio della sicurezza.

STRUTTURA

Il corso è articolato in 8 moduli da 4 ore, interamente erogato in laboratorio informatico per un totale 32 ore di formazione.

DESTINATARI

Il corso è destinato a coloro che abbiano completato il percorso formativo o in possesso di un background necessario alla comprensione degli argomenti trattati.

OBIETTIVI

Il corso consente di acquisire le competenze per poter operare all'interno di un team di processo sotto il profilo dello studio e valutazioni della sicurezza dell'impianto.

CONTENUTI

Modulo 1: Scelte concettuali per la sicurezza degli impianti (4 ore)

- Concetto di sicurezza (intrinseca, passiva, attiva, procedurale) degli impianti
- Layer di protezione
- Effetto dell'intensificazione sulla sicurezza degli impianti
- Scelte progettuali di sostituzione
- Scelte progettuali di attenuazione
- Limitazione degli effetti
- Scelte di sicurezza intrinseca versus sicurezza estrinseca

Modulo 2: Decisioni di sicurezza in fase di process design (4 ore)

- Materiali e proprietà di pericolo (reattività, infiammabilità, tossicità, impurità)
- Condizioni di processo
- Scelta del sito e valutazione alternative
- Scelte di lay-out
- Tecniche per la progettazione del lay-out

Modulo 3: Progettazione della sicurezza delle apparecchiature (4 ore)

- Operazioni di carico e scarico

- Sicurezza degli stoccaggi e vessel
- Sicurezza delle apparecchiature (reattori, etc.)
- Check-list di sicurezza per tipologia di apparecchiatura

Modulo 4: Proprietà dei materiali (4 ore)

- Proprietà dei materiali che influenzano la sicurezza
- Condizioni ambientali che influenzano la corrosione
- Tipi di corrosione
- Corrosione correlata alle condizioni di montaggio
- Rivestimenti protettivi

Modulo 5: Sicurezza dei sistemi di piping (4 ore)

- Materiali e rischi associati al materiale
- Rischi legati alle portate (vibrazioni, corrosioni, erosioni)
- Problematiche di sicurezza delle valvole, dei giunti, flange, supporti

Modulo 6: Sicurezza dei fluidi di scambio termico (4 ore)

- Tipi di fluido per lo scambio termico
- Considerazioni per la scelta dei fluidi di scambio termico (strumentazione e controllo, materiali di costruzione, isolamento)
- Sicurezza dei componenti (pompe, scambiatori, vasi di espansione, filtri, valvole)
- Isolamento termico
- Degradazione del fluido

Modulo 7: Isolamento termico (4 ore)

- Proprietà degli isolanti termici
- Assorbimento di liquidi
- Sicurezza antincendio
- Scelta dei materiali per l'isolamento termico
- Corrosione per umidità da isolamento termico

Modulo 8: Sicurezza del sistema di controllo (4 ore)

- Affidabilità degli strumenti (temperatura, pressione, flusso, livello, etc.)
- Strumentazione di sicurezza (ridondanza e diversità)
- Cenni di sicurezza del sistema di controllo computerizzati e del codice
- Analisi PHA
- Identificazione dei SIS
- Scelte dei sistemi di allarme