

<b>Università</b>	Università degli Studi di CAGLIARI
<b>Classe</b>	L-9 R - Ingegneria industriale
<b>Nome del corso in italiano</b>	Ingegneria Chimica per l'Innovazione e la Sostenibilità dei Processi <i>modifica di: Ingegneria Chimica per l'Innovazione e la Sostenibilità dei Processi (1425556)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Chemical Engineering for Innovation and Process Sustainability
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	71/07^2025
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	20/11/2024
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	27/11/2024
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	15/01/2008 - 07/11/2018
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="https://www.unica.it/unica/it/crs_70_77.page">https://www.unica.it/unica/it/crs_70_77.page</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali
<b>Altri dipartimenti</b>	Fisica Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	48 - max 48 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024
<b>Corsi della medesima classe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingegneria Meccanica e Gestionale</li> <li>• Ingegneria Navale</li> <li>• Ingegneria dell'Energia Elettrica per lo Sviluppo Sostenibile</li> </ul>
<b>Numero del gruppo di affinità</b>	1

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-9 R Ingegneria industriale**

a) Obiettivi culturali della classe

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati in grado di collaborare alla ideazione, alla progettazione, allo sviluppo e alla gestione di apparecchiature, sistemi, processi, impianti e tecnologie innovative nell'area dell'ingegneria industriale. Le laureate e i laureati nei corsi della classe devono pertanto: - conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi dell'ingegneria; - conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria industriale al fine di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati; - essere capaci di utilizzare tecniche e soluzioni ingegneristiche per la progettazione, la simulazione, la verifica e la gestione di componenti, dispositivi, apparecchiature, sistemi e processi; - essere capaci di condurre esperimenti e analizzare e interpretare i risultati; - possedere gli strumenti per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze, con particolare riferimento agli ambiti caratterizzanti dell'ingegneria industriale. b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I corsi della classe comprendono in ogni caso: - attività dedicate all'acquisizione di conoscenze della matematica e delle altre scienze di base; - attività dedicate all'acquisizione di conoscenze fondamentali nelle discipline dell'ingegneria industriale afferenti ad almeno tre ambiti caratterizzanti.

c) Competenze trasversali non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Le laureate e i laureati nei corsi della classe devono: - essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale; - avere capacità relazionali e decisionali ed essere in grado di operare in gruppi di lavoro; - essere in grado di valutare le implicazioni delle proprie attività in termini di sostenibilità ambientale; - essere in grado di promuovere e gestire la digitalizzazione dei processi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi; - essere in grado di operare in contesti aziendali e professionali; - conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche.

d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe

Le laureate e i laureati nei corsi della classe potranno svolgere attività professionali in diversi ambiti, concorrendo alla ideazione, alla progettazione, alla gestione, e alla produzione di componenti, dispositivi, apparecchiature, sistemi, processi e servizi nelle imprese, nelle amministrazioni pubbliche, e nella libera professione. I principali sbocchi occupazionali sono nei seguenti ambiti: - area dell'ingegneria aerospaziale: industrie aeronautiche e spaziali; enti per la ricerca in campo aerospaziale; aziende di trasporto aereo; enti per la gestione del traffico aereo; aeronautica militare e settori aeronautici di altri corpi; - area dell'ingegneria dell'automazione: imprese elettroniche, elettromeccaniche, spaziali, chimiche, aeronautiche in cui sono sviluppate funzioni di dimensionamento e realizzazione di architetture complesse, di sistemi automatici, di processi e di impianti per l'automazione, che integrino componenti informatici, apparati di misure, trasmissione e attuazione; industrie per l'automazione e la robotica; - area dell'ingegneria biomedica: industrie del settore biomedico e farmaceutico produttrici e fornitrici di apparecchiature, sistemi e materiali per la diagnosi, cura e riabilitazione; aziende ospedaliere; società di servizi per la gestione di apparecchiature e impianti medicali, di telemedicina; laboratori specializzati; - area dell'ingegneria chimica: industrie di processo nei comparti chimico, biotecnologico, alimentare, farmaceutico, energetico; aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze e materiali; laboratori industriali; strutture tecniche deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza; - area dell'ingegneria elettrica: industrie per la produzione di apparecchiature e macchine elettriche e di sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica; imprese ed enti per la trasformazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica; imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio e il controllo di sistemi elettrici per l'energia e di impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto e per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati; - area dell'ingegneria energetica: aziende di servizi ed enti operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico; aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnici; studi di progettazione in campo energetico; aziende ed enti in cui è richiesta la figura del responsabile dell'energia; - area dell'ingegneria gestionale: imprese manifatturiere; imprese di servizi e pubblica amministrazione per l'approvvigionamento e la gestione dei materiali, per l'organizzazione aziendale e della produzione, per l'organizzazione e l'automazione dei sistemi produttivi, per la logistica, per il project management e il controllo di gestione, per l'analisi di settori industriali, per il marketing industriale e la finanza, per i servizi digitali; - area dell'ingegneria dei materiali: aziende per la produzione e trasformazione dei materiali metallici, polimerici, ceramici, vetrosi e compositi, per applicazioni nei campi chimico, meccanico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e dei beni culturali; laboratori industriali e centri di ricerca e sviluppo; - area dell'ingegneria meccanica: industrie meccaniche ed elettromeccaniche; aziende ed enti per la conversione dell'energia; imprese impiantistiche; industrie per l'automazione e la robotica; imprese manifatturiere per la produzione, l'installazione e il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione e sistemi complessi; - area dell'ingegneria navale: cantieri di costruzione di navi, imbarcazioni e mezzi marini; industrie per lo sfruttamento delle risorse marine; compagnie di navigazione; istituti di classificazione ed enti di sorveglianza; aziende navali e istituzioni operanti nel settore della difesa; studi professionali di progettazione e peritali; istituti di ricerca; - area dell'ingegneria nucleare: imprese per la produzione di energia elettronucleare; aziende per l'analisi di sicurezza e d'impatto ambientale di installazioni ad alta pericolosità; società per la disattivazione di impianti nucleari e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi; imprese per la progettazione di dispositivi radiogeni per uso medico; - area

dell'ingegneria della sicurezza e protezione industriale: ambienti, laboratori e impianti industriali, luoghi di lavoro, enti pubblici e privati in cui sviluppare attività di prevenzione e di gestione della sicurezza e in cui ricoprire i profili di responsabilità per la verifica delle condizioni di sicurezza.

e) Livello di conoscenza di lingue straniere in uscita dai corsi della classe

Oltre l'italiano, le laureate e i laureati dei corsi della classe devono essere in grado di utilizzare efficacemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

f) Conoscenze e competenze richieste per l'accesso a tutti i corsi della classe

Per l'accesso ai corsi della classe sono richieste le seguenti conoscenze e competenze: capacità di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, e di interpretare correttamente il significato di un testo; conoscenze di base nelle scienze matematiche e fisiche; capacità di ragionamento logico.g)

Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

La prova finale è intesa a verificare la maturità scientifica raggiunta in relazione alla capacità di affrontare tematiche specifiche dell'ingegneria industriale, applicando le conoscenze acquisite per l'identificazione, la formulazione e la soluzione di problemi.

h) Attività pratiche e/o laboratoriali previste per tutti i corsi della classe

I corsi della classe devono prevedere: - esercitazioni di laboratorio, anche finalizzate alla conoscenza delle metodiche sperimentali e di trattamento e analisi dei dati; - attività pratiche finalizzate all'analisi e alla soluzione di problemi tipici dell'ingegneria industriale; - attività volte all'acquisizione di soft-skill, quali ad esempio capacità di lavorare in gruppo e sviluppare progetti.

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi, in Italia o all'estero, presso imprese, enti pubblici e privati e studi professionali.

### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

Le motivazioni alla base della trasformazione del corso sono chiare ed esaustive e si ritengono adeguate. Sono state riconsiderate le esigenze formative in relazione alle prospettive offerte in termini di figura professionale del laureato e di proseguimento degli studi. La denominazione del corso è chiara e inequivocabile nel contesto nazionale e internazionale e non pone problemi di mobilità degli studenti, anche in relazione alla sua aderenza alla Federazione Europea Ingegneri Chimici (EFCE).

Il percorso formativo è pienamente coerente con la denominazione del corso, con gli obiettivi formativi specifici e con i risultati di apprendimento attesi.

La valenza del percorso formativo sul piano occupazionale è chiaramente delineata. Vengono indicati i principali settori di interesse professionale con riferimento a macrosettori di attività e distinti con riferimento alla grande, piccola e media industria e alla pubblica amministrazione. Le possibilità di sbocco professionale indicate sono anch'esse coerenti con gli obiettivi formativi specifici e con i risultati di apprendimento attesi.

La docenza disponibile, almeno in sede di valutazione preliminare, soddisfa ampiamente i requisiti necessari. Quasi tutto il corpo docente, inoltre, sarà presumibilmente costituito da docenti di ruolo e quasi tutti inquadrati nei SSD previsti dall'ordinamento proposto. Anche le risorse di strutture didattiche, sempre in sede di valutazione preliminare, sono disponibili in misura adeguata.

### **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

L'incontro tra l'Università e i rappresentanti delle Organizzazioni del mondo del Lavoro, dei Servizi e della Produzione per la presentazione dell'Offerta Formativa dell'Ateneo cagliaritano, ha avuto luogo il 15 gennaio 2008, presso il Rettorato.

Alla riunione hanno partecipato l'ANCI Sardegna - l'Associazione degli Industriali - l'API Sarda - la Camera di Commercio, Industria e Artigianato - il Consorzio Sardegna Ricerche - i Segretari Territoriali CGIL, CISL, UIL, CSA-CISAL.

Tutti i presenti hanno espresso parere favorevole sull'Offerta Formativa complessiva proposta dall'Università di Cagliari.

Successivamente il giorno 17 gennaio 2008, presso la Facoltà, ha avuto luogo una riunione fra tutti i Corsi di Laurea e l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari. Nella riunione è stata presentata l'Offerta Formativa complessiva della Facoltà di Ingegneria. Anche l'Ordine degli Ingegneri ha ritenuto l'Offerta Formativa, nella formulazione proposta, rispondente alle esigenze del territorio ed ha espresso, conseguentemente, parere favorevole. Peraltro è da rilevare che tutti i Corsi di Laurea, in tutte le fasi dei lavori, hanno consultato i settori produttivi di loro specifico interesse, confrontandosi sulla costruzione della nuova Offerta Formativa e trovando gli interlocutori di cui sopra pienamente consenzienti sulle proposte avanzate.

### **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

L'obiettivo del corso è quello di formare la figura professionale di Ingegnere Chimico, riconosciuta a livello internazionale, come definita dalla Federazione Europea degli Ingegneri Chimici (EFCE).

Il Regolamento del presente Corso di Laurea recepisce le raccomandazioni dell'EFCE riguardo ai risultati di apprendimento attesi al termine del ciclo di primo livello così come stabiliti nel documento "EFCE Recommendations for Chemical Engineering Education in a Bologna Two Cycle Degree System" (Agosto 2010, 2nd Ed.). I laureati saranno tecnici di elevata professionalità a disposizione delle realtà industriali, delle società di servizi e della pubblica amministrazione.

La riconoscibilità a livello nazionale ed europeo del titolo consentirà l'inserimento nell'industria chimica e di processo in ambito nazionale e internazionale, come supporto alla progettazione e verifica di singole apparecchiature e nella gestione degli impianti di processo.

Coerentemente con quanto stabilito dal documento EFCE, il percorso formativo prevede una serie di insegnamenti rivolti ad una conoscenza di base delle scienze: oltre agli insegnamenti di matematica, fisica, e chimica, comuni a tutti i corsi di laurea della classe, è previsto un approfondimento della chimica fisica e organica.

A queste attività di base è riservato un congruo numero di crediti che fornisce agli studenti solide basi scientifiche, con particolare riferimento alla chimica, che saranno utili anche per un eventuale proseguimento degli studi nelle lauree magistrali.

Gli insegnamenti successivi sono rivolti agli argomenti specificatamente individuati nel documento EFCE come caratterizzanti l'ingegneria chimica: bilanci di materia e di energia, termodinamica, separazioni, trasferimento di calore, ingegneria delle reazioni, strumentazione e controllo di processo. E' offerto inoltre un insegnamento sulla analisi di economia circolare e di sostenibilità ecologica della produzione.

Nel percorso formativo è prevista la possibilità di scegliere tra diversi curricula che si differenziano per un congruo numero di CFU concentrati principalmente nel terzo anno del percorso formativo.

Oltre alle conoscenze riconosciute a livello europeo per l'ingegnere chimico, il percorso formativo riserva un adeguato numero di crediti ad insegnamenti relativi alle industrie che operano nel campo delle materie prime, dell'energia, e delle produzioni alimentari presenti anche nel territorio.

La presenza di apparecchiature e circuiti elettrici nei processi produttivi tipici dell'ingegneria chimica ha suggerito la necessità di inserire nel percorso formativo obbligatorio specifici corsi di elettrotecnica in comune fra tutti i curricula.

Viceversa, la necessità di movimentare grandi quantità di materia ha suggerito l'inserimento per gli ingegneri chimici di specifici corsi nel campo della meccanica dei fluidi, della meccanica dei solidi, e dei sistemi energetici, variabile a seconda del curriculum.

Il percorso formativo si completa con la verifica della conoscenza della lingua inglese (livello B1), insegnamenti a scelta, ulteriori attività di carattere professionalizzante e una prova finale.

### **Descrizione sintetica delle attività affini e integrative**

Le attività affini e integrative prevedono insegnamenti afferenti a settori scientifico-disciplinari utili ad integrare la formazione erogata dal Corso di Laurea mediante lo studio di tematiche funzionali al raggiungimento degli obiettivi declinati nei diversi curricula, dallo sfruttamento di risorse rinnovabili nella transizione energetica, alla produzione di materiali ceramici, metallici e polimerici, e, per finire, ai processi di trasformazione coinvolti nella produzione agroalimentare nel rispetto della salubrità.

### **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7).**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

Il laureato avrà acquisito:

- la conoscenza di base delle scienze per capire, descrivere e trattare i problemi dell'ingegneria chimica;
- la comprensione dei principi fondamentali alla base dell'ingegneria chimica: Bilanci di Materia, di energia e di quantità di moto; Equilibri chimici e di fase; Cinetica e processi (reazione chimica, trasferimento di materia, calore, quantità di moto);
- la comprensione dei principali concetti di controllo di processo;

- la comprensione dei concetti elementari sulla sostenibilità di un processo;
- la comprensione dei concetti di base di ingegneria dei prodotti chimici.

E a seconda del curriculum:

- la conoscenza e comprensione degli elementi di base sullo sfruttamento di fonti rinnovabili come le biomasse e sui processi di produzione di idrogeno verde e biocombustibili;
- la conoscenza e comprensione degli elementi di base sulle proprietà e metodi di produzione di materiali polimerici, metallici e ceramici;
- la conoscenza e comprensione degli elementi di base sulle produzioni alimentari incluse filiere tipiche della Sardegna quali latte e suoi derivati, olio e vino.

Tali conoscenze e capacità di comprensione sono conseguite attraverso la frequenza ai corsi, che comprendono lezioni frontali ed esercitazioni e attraverso attività di tutorato. L'acquisizione viene verificata tramite prove intermedie ed esami finali.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Il laureato sarà in grado di:

- usare le conoscenze acquisite per analizzare e risolvere (analiticamente, numericamente, graficamente) i problemi di ingegneria chimica;
- pianificare, eseguire, spiegare e scrivere relazioni su semplici esperimenti;
- eseguire scelte di progetto;
- calcolare i costi di progetto e di processo.

E avrà inoltre acquisito:

- la capacità di analizzare alcuni particolari problemi complessi;
- esperienza nell'utilizzo di software specifico.

Tali capacità sono conseguite attraverso la frequenza ai corsi, che comprendono lezioni frontali ed esercitazioni, a seminari tematici e visite ad aziende del territorio che operano nel settore. L'acquisizione di tali capacità viene verificata tramite prove intermedie ed esami finali, nonché attraverso la discussione della prova finale.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

Il laureato avrà acquisito la capacità di:

- fare una corretta analisi per identificare i problemi tecnici che si manifestano nella pratica professionale, effettuare una chiara definizione delle specifiche, condurre un esame dei possibili metodi di soluzione, scegliere in maniera autonoma il metodo più appropriato e la sua corretta applicazione;
- usare il proprio discernimento di ingegneri chimici per operare in presenza di situazioni impreviste, di incertezze tecniche e informazioni incomplete.

Tali competenze sono conseguite prevalentemente attraverso la risoluzione di problemi pratici proposti durante le esercitazioni e le attività di tutorato. L'acquisizione di tali competenze viene verificata tramite prove intermedie ed esami finali, nonché attraverso la discussione della prova finale.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Il laureato avrà acquisito la capacità di:

- comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non specialisti;
- operare efficacemente non solo individualmente ma anche come componenti di un gruppo;
- usare diversi metodi e linguaggi appropriati per comunicare in modo efficace con la comunità ingegneristica, con interlocutori a diverso livello tecnico e in generale con la società;
- comunicare in forma scritta e orale in Inglese con un livello di competenza pre-intermedio.

Tali abilità sono conseguite prevalentemente attraverso le esposizioni in forma scritta e orale e i lavori di gruppo. L'acquisizione di tali abilità viene verificata tramite prove intermedie ed esami finali, nonché la predisposizione e discussione dell'elaborato della prova finale.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Il laureato avrà:

- maturato conoscenze sufficienti per intraprendere efficacemente il ciclo di studi successivo, attraverso l'ampio spazio dedicato alle materie di base (matematica, fisica, chimica);
- sviluppato la capacità di intraprendere studi più avanzati con autonomia.

La capacità di apprendimento sarà sviluppata e verificata sia nell'ambito dei singoli insegnamenti che attraverso la prova finale.

### **Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Per essere ammessi al Corso di Laurea in Ingegneria Chimica occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

È richiesto altresì il possesso o l'acquisizione di un'adeguata preparazione iniziale.

Le conoscenze richieste sono le seguenti.

Matematica:

Aritmetica ed algebra - Proprietà e operazioni sui numeri (interi, razionali, reali). Valore assoluto. Potenze e radici. Logaritmi ed esponenziali. Calcolo letterale. Polinomi (operazioni, decomposizione in fattori). Equazioni e disequazioni algebriche di primo e secondo grado o ad esse riducibili. Sistemi di equazioni di primo grado. Equazioni e disequazioni razionali fratte e con radicali. Geometria Segmenti ed angoli; loro misura e proprietà. Rette e piani. Luoghi geometrici notevoli. Proprietà delle principali figure geometriche piane (triangoli, circonferenze, cerchi, poligoni regolari, ecc.) e relative lunghezze ed aree. Proprietà delle principali figure geometriche solide (sfere, coni, cilindri, prismi, parallelepipedi, piramidi, ecc.) e relativi volumi ed aree della superficie.

Geometria analitica e funzioni numeriche - Coordinate cartesiane. Il concetto di funzione. Equazioni di rette e di semplici luoghi geometrici (circonferenze, ellissi, parabole, ecc.). Grafici e proprietà delle funzioni elementari (potenze, logaritmi, esponenziali, ecc.). Calcoli con l'uso dei logaritmi. Equazioni e disequazioni logaritmiche ed esponenziali.

Trigonometria - Grafici e proprietà delle funzioni seno, coseno e tangente. Le principali formule trigonometriche (addizione, sottrazione, duplicazione, bisezione). Equazioni e disequazioni trigonometriche. Relazioni fra elementi di un triangolo.

Statistica - Si presuppone la conoscenza di nozioni elementari di statistica (permutazioni, combinazioni, media, varianza e frequenza). Nozioni elementari di interpretazione di diagrammi di frequenze ed istogrammi.

Scienze fisiche e chimiche:

Meccanica - Si presuppone la conoscenza delle grandezze scalari e vettoriali, del concetto di misura di una grandezza fisica e di sistema di unità di misura; la definizione di grandezze fisiche fondamentali (spostamento, velocità, accelerazione, massa, quantità di moto, forza, peso, lavoro e potenza); la

conoscenza della legge d'inerzia, della legge di Newton e del principio di azione e reazione.

Ottica - I principi dell'ottica geometrica; riflessione, rifrazione; indice di rifrazione; prismi; specchi e lenti concave e convesse; nozioni elementari sui sistemi di lenti e degli apparecchi che ne fanno uso.

Termodinamica - Si danno per noti i concetti di temperatura, calore, calore specifico, dilatazione dei corpi e l'equazione di stato dei gas perfetti. Sono richieste nozioni elementari sui principi della termodinamica.

Elettromagnetismo - Si presuppone la conoscenza di nozioni elementari d'elettrostatica (legge di Coulomb, campo elettrostatico e condensatori) e di magnetostatica (intensità di corrente, legge di Ohm e campo magnetostatico). Qualche nozione elementare è poi richiesta in merito alle radiazioni elettromagnetiche e alla loro propagazione.

Struttura della materia - Si richiede una conoscenza qualitativa della struttura di atomi e molecole. In particolare si assumono note nozioni elementari sui costituenti dell'atomo e sulla tavola periodica degli elementi. Inoltre si assume nota la distinzione tra composti formati da ioni e quelli costituiti da molecole e la conoscenza delle relative caratteristiche fisiche, in particolare dei composti più comuni esistenti in natura, quali l'acqua e i costituenti dell'atmosfera.

Simbologia chimica - Si assume la conoscenza della simbologia chimica e si dà per conosciuto il significato delle formule e delle equazioni chimiche.

Stechiometria - Deve essere noto il concetto di mole e devono essere note le sue applicazioni; si assume la capacità di svolgere semplici calcoli stechiometrici.

Chimica organica - Deve essere nota la struttura dei più semplici composti del carbonio.

Soluzioni - Deve essere nota la definizione di sistemi acido-base e di pH.

Ossido-riduzione - Deve essere posseduto il concetto di ossidazione e di riduzione. Si assumono nozioni elementari sulle reazioni di combustione.

Tutti coloro che intendono iscriversi al primo anno del Corso di Laurea, anche se provenienti da altro Corso di Laurea o da altro Ateneo, devono obbligatoriamente sostenere una prova di accesso.

La Facoltà di Ingegneria e Architettura dell'Università di Cagliari aderisce al CISIA (Consorzio Interuniversitario sistemi integrati per l'accesso) che gestisce le prove di accesso per tutte le sedi consorziate.

La prova, organizzata secondo quanto stabilito dal CISIA, è comune a tutti i Corsi di Laurea in Ingegneria della Facoltà, è volta, così come previsto dalla normativa vigente, a valutare la preparazione iniziale prevista per l'accesso ai corsi di laurea in Ingegneria.

Gli studenti che non superano la soglia di punteggio stabilita a livello di Facoltà possono iscriversi al corso di laurea con debiti formativi: le specifiche sugli obblighi formativi aggiuntivi, nonché sulle modalità del loro recupero sono riportate nel Regolamento Didattico del CdS.

### **Caratteristiche della prova finale**

#### **(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La prova finale, importante occasione formativa individuale a completamento del percorso, consiste nella discussione di un elaborato scritto, tendente ad accertare la preparazione tecnico-scientifica e professionale del candidato, senza richiedere una particolare originalità.

L'elaborato finale potrà essere associato all'attività svolta durante un tirocinio pratico. Il relatore di tesi sarà un docente esperto delle discipline del percorso formativo.

A discrezione del candidato, l'elaborato finale potrà essere scritto e/o presentato in lingua inglese.

### **Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe**

Presso la Facoltà di Ingegneria e Architettura dell'Università di Cagliari, la classe dell'Ingegneria Industriale ha visto, tradizionalmente, la presenza dei Corsi di Studio in Ingegneria Chimica, Ingegneria Meccanica ed Ingegneria Elettrica (ora dell'Energia Elettrica per lo Sviluppo Sostenibile). I motivi per mantenere differenziati questi Corsi di Studio appartenenti alla stessa classe sono diversi: da un lato, nel corso degli anni si sono formate competenze specifiche nel campo sia della didattica che della ricerca, grazie anche ai solidi e diffusi contatti con il tessuto imprenditoriale e industriale della Regione Sardegna, così come i rapporti di collaborazione scientifica con altre università sia italiane che internazionali; dall'altro, la volontà di conservare la differenziazione dei percorsi formativi è anche giustificata dalle considerazioni sugli sbocchi professionali dei laureati, che nel campo dell'Ingegneria industriale hanno caratteristiche specifiche, e talora esclusive, dei diversi settori. In effetti, questa evoluzione degli sbocchi professionali sta continuando ed, anzi, sembra accelerare sempre più verso la direzione della esaltazione della specificità e della differenziazione tra i diversi ambiti di pertinenza, di pari passo con il progresso tecnologico dei rispettivi campi di applicazione.

In particolare, il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica si propone di formare un laureato in grado di operare all'interno di tutti i contesti lavorativi tipici dell'ingegneria meccanica e, più in generale, dell'ingegneria industriale, fra cui la progettazione strutturale di componenti e dispositivi meccanici, il dimensionamento e la scelta di macchine e componenti di impianti energetici e produttivi, la gestione, la manutenzione di macchine e processi produttivi. Il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Energia Elettrica per lo Sviluppo Sostenibile, invece, mira a formare un ingegnere elettrico capace di coniugare lo sviluppo sostenibile con i diversi settori e sistemi energetici, in particolare dell'energia elettrica verde.

Il Corso di Laurea in Ingegneria Chimica, infine, ha l'obiettivo di formare la figura professionale di Ingegnere Chimico, ossia dell'Ingegnere di processo, definito dall'European Federation of Chemical Engineering (EFCE), e internazionalmente riconosciuto anche a livello lavorativo, come segue: ingegnere della produzione industriale e, in particolare, della trasformazione della materia, attraverso una sequenza di opportune operazioni unitarie adatte ad ottenere un prodotto finale partendo da una data risorsa materiale. Per questa figura professionale, storicamente polivalente ed indispensabile in diversi campi produttivi (ad esempio, petrolchimico, alimentare, farmaceutico, metallurgico), è emersa nel mondo del lavoro, soprattutto negli ultimi anni, l'esigenza di limitare l'impatto ambientale e aumentare la sostenibilità dei processi produttivi. Si ritiene che ciò determini, anche per un corso di laurea di primo livello, la necessità che le competenze tipiche in un ingegnere chimico, pur nella loro riconosciuta versatilità, siano declinate in maniera più puntuale rispetto ai specifici campi di applicazione verso i quali il mondo del lavoro e la società nel suo complesso mostrano una particolare sensibilità e interesse. Per questo motivo il rinnovamento del Corso di Laurea in Ingegneria Chimica verso direzioni più attuali e più adeguate per il mondo lavorativo deve passare necessariamente attraverso un approfondimento e un livello di dettaglio maggiori e più strettamente correlati allo specifico campo produttivo di interesse. Tale obiettivo è ottenuto ampliando l'offerta formativa con una formulazione che prevede tre diversi percorsi, ma pur sempre garantendo il "core curriculum" dell'ingegnere chimico così come definito dall'EFCE. Nello specifico, si ritiene che l'approfondimento di cui sopra debba indirizzarsi verso settori quali l'utilizzo di risorse rinnovabili, l'industria agroalimentare e lo sviluppo e la produzione di materiali innovativi.

Queste scelte sono dettate da una analisi della situazione dell'industria di processo operante soprattutto a livello regionale con riferimento anche a quella che sarà l'evoluzione dell'ingegneria chimica negli anni a venire anche a livello internazionale. Infatti, la grande industria presente in Sardegna da diversi decenni è principalmente industria chimica e di processo che, inevitabilmente, sarà interessata dalla profonda transizione energetica in atto, e quindi dovrà evolvere verso una progressiva sostituzione delle materie prime di origine fossile con risorse (materie prime) invece rinnovabili. Questa evoluzione, unitamente al progresso tecnologico e ad un adeguamento delle normative legate alla tutela ambientale e alla sicurezza, porteranno sempre più l'industria chimica e di processo ad una profonda ristrutturazione, aumentando la richiesta di ingegneri chimici capaci di adeguare i diversi processi produttivi ai requisiti di sostenibilità. In aggiunta, nell'isola si contano, sia in contesti produttivi sia nell'ingegneria e servizi, diverse società di dimensione internazionale che necessiteranno quindi di figure professionali ad alta specializzazione riconoscibili anche a livello europeo e mondiale.

E' importante sottolineare che la forte ristrutturazione, guidata dalla transizione energetica ed ecologica, interesserà anche le industrie di processo medie e piccole, soprattutto alimentari. Questo settore è spesso caratterizzato da povertà tecnica, la quale è potenzialmente superabile mediante l'inserimento di Ingegneri Chimici il cui percorso di studi si è maggiormente focalizzato sugli aspetti di processo legati alla produzione agroalimentare in generale, e alla produzione regionale sarda di latte e suoi derivati, olio e vino in particolare.

Non da ultimo, è importante notare che la transizione energetica in atto influenzerà notevolmente anche i processi di produzione dei materiali. Infatti, lo sfruttamento sempre più massiccio delle fonti energetiche rinnovabili spingerà verso lo sviluppo di nuovi materiali sempre più performanti per batterie, pannelli fotovoltaici, pale eoliche, ecc. Pertanto, anche i processi di produzione e sintesi di materiali dovranno ristrutturarsi in conformità alla richiesta di nuovi materiali e/o loro proprietà. In aggiunta, in ottemperanza ai dettami dell'economia circolare, i processi produttivi dovranno anche essere adeguati alle sempre più pressanti richieste di minimizzare l'utilizzo di materie prime non rinnovabili e, contemporaneamente, di massimizzare il riutilizzo dei materiali presenti nei prodotti finiti arrivati a fine-vita. Il rinnovamento dei processi di produzione e riutilizzo dei materiali potranno quindi beneficiare dell'inserimento di Ingegneri Chimici che, a seguito di un percorso formativo maggiormente focalizzato sui materiali, saranno in grado di implementare queste innovazioni.

A tal proposito, è utile osservare che l'ampliamento dell'offerta formativa del Corso di Laurea verso le produzioni agroalimentari e di materiali impone l'esigenza di una ridefinizione del gruppo di affinità con gli altri corsi di studio facenti capo alla stessa classe di laurea, a causa delle peculiarità dei settori coinvolti.

Si vuole infine evidenziare, che da questo punto di vista il nuovo Corso di Laurea di Ingegneria Chimica per l'Innovazione e la Sostenibilità dei Processi rappresenta anche un arricchimento e un rafforzamento dell'offerta formativa complessiva della Facoltà di Ingegneria e Architettura e dell'intera Università degli Studi di Cagliari.

## **Sintesi delle motivazioni dell'istituzione dei gruppi di affinità**

Si rende necessario attribuire un diverso gruppo di affinità rispetto al gruppo comprendente gli altri due corsi di laurea della classe L9 attivi in Ateneo, in quanto l'ampliamento dell'offerta formativa del Corso di Laurea verso le produzioni agroalimentari e di materiali impedisce la condivisione dei 60 CFU.

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Ingegnere Chimico</b>
<b>funzione in un contesto di lavoro:</b> Le principali funzioni dei laureati in Ingegneria Chimica sono: <ul style="list-style-type: none"><li>- supporto alla progettazione e verifica di singole apparecchiature e nella gestione degli impianti di processo;</li><li>- utilizzo di tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi e processi semplici;</li><li>- conduzione di esperimenti semplici, analisi ed interpretazione dei dati ottenuti;</li><li>- supporto alla valutazione dell'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico- ambientale.</li></ul>
<b>competenze associate alla funzione:</b> I laureati devono: <ul style="list-style-type: none"><li>- possedere conoscenze di base delle scienze per capire, descrivere e trattare i problemi dell'ingegneria chimica;</li><li>- comprendere i principi fondamentali alla base dell'ingegneria chimica: Bilanci di Materia, di energia e di quantità di moto; Equilibri chimici e di fase; Cinetica e processi (reazione chimica, trasferimento di materia, calore, quantità di moto);</li><li>- comprendere i principali concetti di controllo di processo;</li><li>- comprendere concetti elementari sulla sostenibilità di un processo;</li><li>- comprendere i concetti di base di ingegneria dei prodotti chimici;</li><li>- essere a conoscenza di alcune applicazioni pratiche dell'ingegneria di processo, con particolare riferimento alla realtà industriale del territorio sardo.</li></ul> A seconda del curriculum, i laureati devono altresì: <ul style="list-style-type: none"><li>- possedere conoscenze di base sullo sfruttamento di fonti rinnovabili come le biomasse e sui processi di produzione di idrogeno verde e biocombustibili;</li><li>- possedere conoscenze di base sulle proprietà e metodi di produzione di materiali polimerici, metallici e ceramici;</li><li>- possedere conoscenze di base sulle produzioni alimentari incluse filiere tipiche della Sardegna quali latte e suoi derivati, olio e vino.</li></ul>
<b>sbocchi occupazionali:</b> I principali sbocchi occupazionali dei laureati in Ingegneria Chimica possono essere così individuati: industrie chimiche, petrolchimiche, alimentari, di processo e farmaceutiche; aziende di produzione e trasformazione di materiali; trasporto e conservazione di sostanze e materiali, laboratori industriali; strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza. Nella grande industria l'Ingegnere Chimico potrà svolgere attività di lavoro subordinato e sarà in grado di collaborare nell'ambito di gruppi di lavoro alle attività di organizzazione e gestione di processi produttivi complessi, di progettazione di massima di apparecchiature e processi produttivi, di gestione delle strutture tecnico-commerciali, di verifica del funzionamento di impianti ed apparecchiature presenti nei processi di produzione. Nella piccola e media industria egli potrà sviluppare attività di lavoro subordinato o di consulenza da solo o in collaborazione anche sovrintendendo alle attività di organizzazione e gestione di processi produttivi semplici, di progettazione di massima di apparecchiature e processi produttivi semplici, di gestione delle strutture tecnico-commerciali, di verifica del funzionamento di piccoli impianti ed apparecchiature presenti nei processi di produzione. Nella Pubblica Amministrazione egli potrà sviluppare attività di lavoro subordinato o di consulenza da solo o in collaborazione anche sovrintendendo alle attività di verifica ispettiva delle strutture di produzione per gli aspetti legati all'ambiente, di raccolta e analisi dei dati. I laureati possono svolgere inoltre la libera professione, previo superamento dell'esame di stato ed iscrizione al relativo albo professionale. Infine i laureati possono proseguire gli studi in una laurea magistrale o in master di I livello.
<b>Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingegneri metallurgici - (2.2.1.2.1)</li><li>• Tecnici della produzione manifatturiera - (3.1.5.3.0)</li><li>• Tecnici dei prodotti ceramici - (3.1.3.2.1)</li><li>• Tecnici della produzione alimentare - (3.1.5.4.2)</li><li>• Ingegneri chimici e petroliferi - (2.2.1.5.1)</li><li>• Tecnici della conduzione e del controllo di impianti chimici - (3.1.4.1.2)</li><li>• Ingegneri dei materiali - (2.2.1.5.2)</li><li>• Tecnici metallurgici - (3.1.3.2.3)</li><li>• Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di produzione dei metalli - (3.1.4.1.1)</li></ul>

### Attività di base

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Matematica, informatica e statistica	ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica MAT/08 Analisi numerica	30	36	-
Fisica e chimica	CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale	30	33	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 36:</b>		-		

<b>Totale Attività di Base</b>	60 - 69
--------------------------------	---------

### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria chimica	ING-IND/24 Principi di ingegneria chimica ING-IND/25 Impianti chimici ING-IND/26 Teoria dello sviluppo dei processi chimici ING-IND/27 Chimica industriale e tecnologica	42	56	-
Ingegneria elettrica	ING-IND/31 Elettrotecnica	6	6	-
Ingegneria energetica	ING-IND/08 Macchine a fluido ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente ING-IND/11 Fisica tecnica ambientale	0	6	-
Ingegneria gestionale	ING-IND/17 Impianti industriali meccanici ING-IND/35 Ingegneria economico-gestionale	6	12	-
Ingegneria dei materiali	ICAR/08 Scienza delle costruzioni ING-IND/21 Metallurgia ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali	0	15	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		-		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	54 - 95
--	---------

### Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	18	24	<b>18</b>

<b>Totale Attività Affini</b>	18 - 24
-------------------------------	---------

**Altre attività**

<b>ambito disciplinare</b>		<b>CFU min</b>	<b>CFU max</b>
A scelta dello studente		12	18
Per la prova finale e la lingua straniera (art. 10, comma 5, lettera c)	Per la prova finale	3	6
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	3	6
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. c		-	
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	-	-
	Abilità informatiche e telematiche	0	6
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	6	12
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
<b>Totale Altre Attività</b>		24 - 54	

**Riepilogo CFU**

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>180</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	156 - 242

**Note attività affini (o Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe).**

**Note relative alle altre attività**

**Note relative alle attività di base**

**Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 28/11/2024