

Università	Università degli Studi di MILANO
Classe	L-27 R - Scienze e tecnologie chimiche
Nome del corso in italiano	Chimica industriale <i>adeguamento di: Chimica industriale (1450512)</i>
Nome del corso in inglese	Industrial chemistry
Lingua in cui si tiene il corso	italiano
Codice interno all'ateneo del corso	FAG-0
Data di approvazione della struttura didattica	18/11/2024
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	15/04/2025
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	19/03/2008 - 16/12/2024
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	https://chimicaindustriale.cdl.unimi.it/
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Chimica
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	48 - max 48 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024
Corsi della medesima classe	• Chimica
Numero del gruppo di affinità	1

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-27 R Scienze e tecnologie chimiche

a) Obiettivi culturali della classe

I Corsi di Studio della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati che possiedano una solida preparazione culturale e metodologica nelle discipline chimiche, sia a livello teorico sia a livello sperimentale e applicativo, che permettano loro sia l'inserimento nel mondo del lavoro sia il proseguimento degli studi in corsi di laurea magistrale. Sulla base di questi obiettivi, i corsi di studio della classe formano laureate e laureati che devono possedere:- adeguate conoscenze nei diversi settori della chimica, negli aspetti di base, teorici, sperimentali e applicativi e un'adeguata preparazione di base nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche;

- adeguate conoscenze e competenze per comprendere a livello atomico e molecolare le proprietà della materia e le sue trasformazioni;
- conoscenza del metodo scientifico di indagine e delle principali tecniche e strumentazioni di laboratorio al fine di pianificare e condurre esperimenti, raccogliere, analizzare, e interpretare criticamente i dati sperimentali;
- consapevolezza delle problematiche ambientali e di quelle relative alla sicurezza e alla sostenibilità delle attività svolte in ambito chimico.

b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

I corsi di laurea della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di:- conoscenze di base di matematica, di fisica e di informatica;

- conoscenze di base di chimica generale, chimica inorganica, chimica fisica, chimica organica e chimica analitica;
- conoscenze fondamentali nell'ambito delle discipline chimiche inorganiche e chimico-fisiche;
- conoscenze fondamentali nell'ambito delle discipline chimiche organiche e biochimiche;
- conoscenze fondamentali nell'ambito della chimica analitica e ambientale. I corsi di laurea della classe possono inoltre comprendere attività finalizzate all'acquisizione di:- conoscenze di carattere chimico e tecnologico per la produzione chimica industriale;
- conoscenze degli aspetti chimici inerenti alle problematiche dell'ambiente e dei beni culturali.

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

Le laureate e i laureati dei corsi della classe devono essere in grado di:

- comunicare efficacemente, in forma orale e scritta, i risultati di analisi e sperimentazioni condotte;
- operare in gruppi di lavoro e di ricerca disciplinari e interdisciplinari;
- contestualizzare le conoscenze chimiche specifiche in relazione alle altre discipline tecnico-scientifiche;
- aggiornare in modo continuo le proprie conoscenze.

d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe

Le laureate e i laureati della classe potranno trovare impiego con ruoli tecnici in imprese nel campo della produzione e trasformazione di sostanze e materiali, in laboratori di analisi, caratterizzazione e controllo qualità, ricerca e sviluppo, in ambito commerciale (vendita, marketing, assistenza tecnica), nell'ambito della certificazione, del controllo ambientale, dell'igiene e della sicurezza sul lavoro, della gestione della logistica e degli acquisti delle materie prime e dei prodotti chimici, della conduzione di impianti pilota, della consulenza in materia chimica e chimica applicata. Potranno inoltre trovare impiego in Enti pubblici, o svolgere attività professionale in ambiti lavorativi che richiedono conoscenza del metodo scientifico e capacità di applicare metodi, tecniche e strumentazione scientifica adeguata.

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

Sono richieste conoscenze di base di matematica, capacità di ragionamento logico e di comprensione del testo come fornite dai percorsi formativi della Scuola Secondaria di secondo grado.

g) Caratteristiche della prova finale per tutti i corsi della classe

La prova finale consiste nella discussione di un elaborato scritto, preparato autonomamente dal laureando sotto la guida di un docente, riguardante le attività svolte, eventualmente anche durante il tirocinio. Dalla prova finale dovranno emergere la capacità di comprensione delle basi teoriche e sperimentali dell'argomento trattato, la capacità di mettere in relazione i fenomeni osservati con le conoscenze maturate nel corso di studi.

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

I corsi di laurea della classe devono prevedere attività di laboratorio finalizzate alla conoscenza di metodiche sperimentali e di elaborazione e di analisi dei dati nelle discipline chimiche di base (Chimica Analitica, Chimica Fisica, Chimica Generale ed Inorganica e Chimica Organica).

i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe

I corsi della classe possono prevedere lo svolgimento di tirocini formativi, comprendenti attività pratiche, in laboratori di ricerca presso università, enti o istituti di ricerca, in centri di analisi, agenzie e/o aziende pubbliche o private in Italia o all'estero.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Il Corso di Laurea in Chimica Industriale nasce dalla riforma dell'omonimo corso attivo nel 2008/2009 e rispecchia gli obiettivi di razionalizzazione e qualificazione dell'offerta formativa di cui al D.M. n. 3 luglio 2007, n. 362 (linee generali d'indirizzo della programmazione delle Università per il triennio 2007-2009).

Il Nucleo evidenzia che per il Corso di Laurea in Chimica industriale viene proposta una revisione del percorso formativo, già ideato e consolidato nel

precedente ordinamento, finalizzata al consolidamento della preparazione culturale e metodologica necessaria per soddisfare le svariate esigenze formative professionalizzanti.

La Facoltà, mossa anche dal buon andamento delle immatricolazioni dei corsi per i quali ha proceduto al riordino, ha confermato come nel precedente ordinamento, l'offerta di tre corsi nell'area delle Scienze Chimiche con l'intento di continuare a immettere sul mercato del lavoro figure professionali diversificate nelle applicazioni fondamentali della materia.

Per tutte le considerazioni sopraesposte il Nucleo esprime parere favorevole alla proposta.

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

I responsabili del CdS in Chimica Industriale sono da molti anni in contatto con le principali realtà ed organizzazioni rappresentative a livello locale e nazionale della produzione, dei servizi, delle professioni, in ambito Chimico: Ordine dei Chimici, Assolombarda, Federchimica, Società Chimica Italiana (Sezione Lombardia e Nazionale), con le quali è in atto un continuo confronto, allo scopo di migliorare l'offerta formativa e per promuovere ed organizzare eventi comuni con intenti di orientamento in entrata ed uscita (seminari, corsi specializzanti, corsi di perfezionamento, congressi, workshop). Inoltre, il Direttore di Dipartimento ed il Presidente del Collegio Didattico partecipano attivamente alle riunioni di con.Scienze (Conferenza Nazionale dei Presidenti e dei Direttori delle Strutture Universitarie di Scienze e Tecnologie, <https://www.conscienze.it/>) e con.Chimica (Conferenza Nazionale dei Corsi di Laurea di Area Chimica), organismi che discutono e si confrontano continuamente sulle tematiche relative all'offerta didattica. In particolare, con.Chimica, in collaborazione e sinergia con la Società Chimica Italiana e la Federazione nazionale dei Chimici e dei Fisici (FNCN), ha redatto un documento (Contenuti di base per un Corso di Laurea attivato in Classe L27 – Scienze e tecnologie chimiche) con l'obiettivo di elaborare un Modello condiviso dalla comunità Chimica che costituisca una guida per l'istituzione dei Corsi di Studio appartenenti alla Classe L-27 e il rinnovo degli Ordinamenti Didattici dei Corsi di Studio già esistenti. Nella revisione di tutti i CdS chimici è stato tenuto conto di questo documento che definisce la base comune di competenze (core chemistry), sulla quale definire i contenuti dei CdS triennali e dalla quale partire per l'organizzazione dell'offerta formativa dei CdS magistrali.

Oltre a questo, sono da sempre in atto proficue collaborazioni con le imprese del territorio (es. A2A, Airliquide, Brembo, Indena, ATS-Milano, Industrie e Fondazione Denora, Innochemservice, ENI, Lamberti, Loxeal, Mecomer, Metropolitane Milanesi, Olon, Urai, ...), sia attraverso stage e periodi di tirocinio degli studenti presso le aziende, sia attraverso la partecipazione delle aziende a diverse iniziative promosse dall'Università e dal Collegio Didattico di Scienze e Tecnologie Chimiche (Career Day; Job Fair; Incontri di Orientamento in uscita organizzati dalle imprese per gli studenti; coinvolgimento delle imprese in Insegnamenti specifici e professionalizzanti, attraverso la partecipazione attiva di docenti nei campi di loro specializzazione, attraverso seminari, ma anche nell'organizzazione di esperienze laboratoriali in coordinamento con i docenti degli Insegnamenti stessi).

Una prima consultazione con le organizzazioni di cui sopra è stata fatta già nel 2009-2010, a seguito del riordino del complesso dei Corsi Chimici. Tale incontro aveva confermato che: (i) i profili professionali richiesti dalle imprese per le funzioni tecnico produttive e per i servizi alla produzione sono pienamente in linea con la preparazione fornita agli studenti nelle nostre lauree; (ii) il numero di laureati è spesso inferiore alle esigenze delle imprese. L'attenzione a questi elementi, attraverso la semplificazione dei percorsi di studio ed il rafforzamento delle discipline di base aveva guidato lo sforzo fatto nella stesura dei nuovi ordinamenti per rendere l'offerta formativa più efficace e sostenibile dagli studenti, con l'obiettivo auspicabile di aumentare il numero di laureati. Le organizzazioni avevano apprezzato le nuove proposte didattiche. A seguito di quella prima consultazione, le organizzazioni e alcune imprese di cui sopra sono da alcuni anni coinvolte anche nel Comitato di Indirizzo, che ha l'obiettivo di rendere l'offerta formativa ancora più efficace e sostenibile dagli studenti, con l'intento di incrementare il numero di laureati qualificati, competenti nelle discipline e abilità necessarie ad un mondo del lavoro dinamico ed in continua evoluzione (scientifica e tecnologica), come quello delle discipline chimiche.

Il Comitato di Indirizzo, consultato nel mese di dicembre 2024 e gennaio 2025, sull'attuale proposta di riordino, ha espresso apprezzamento per l'organizzazione del CdS nella sua attuale forma revisionata, che ha previsto anche la modifica dei contenuti di alcuni Insegnamenti per renderli più contemporanei e dinamici. Ha rilevato la forte innovazione dell'offerta formativa proposta che si prevede possa essere di particolare rispondenza alle esigenze del mercato del lavoro. In particolare, sono stati apprezzati gli interventi per l'incremento dei CFU relativi alle discipline matematiche di base e l'inserimento di corsi opzionali specifici dedicati alla Laurea triennale.

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Il primo obiettivo formativo specifico del corso di laurea in Chimica Industriale è la formazione di un laureato che possieda le abilità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali nell'ambito delle scienze chimiche industriali, quali ad esempio lo sviluppo di processi chimici; il controllo di impianti; la sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali. Si propone inoltre di fornire gli strumenti culturali per ricercare, sviluppare e produrre per la società in ambito chimico nei settori della salute, dell'alimentazione, della cosmesi, dell'ambiente, dell'energia, delle comunicazioni, dell'arredamento, della moda, dell'automotive. Il percorso formativo consente inoltre di apprendere le necessarie tecniche sperimentali per la sintesi chimica ed il suo scale-up, la determinazione di proprietà chimiche e chimico-fisiche della materia, i metodi di analisi e gli strumenti di calcolo, le metodologie per il controllo qualità. Il laureato potrà fornire pareri in materia di chimica applicata e industriale e svolgere ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di chimico-industriale.

Altro obiettivo specifico del corso di laurea in Chimica Industriale è quello di mettere in grado lo studente sia di proseguire con studi superiori, sia di inserirsi immediatamente in un'attività professionale. In questo contesto, il corso si propone di fornire agli studenti un'adeguata padronanza dei metodi e contenuti scientifici di base per facilitare un agevole inserimento nel mondo del lavoro, o per accedere ad un successivo corso di laurea magistrale.

In dettaglio, il laureato in questo Corso possiederà:

- adeguate conoscenze degli strumenti matematici di base per le applicazioni in ambito chimico; elementi essenziali del calcolo differenziale e integrale; prime nozioni per trattare lo studio di equazioni differenziali;
- adeguate conoscenze della fisica classica: meccanica, elettromagnetismo, ottica e propagazione delle onde;
- adeguate conoscenze informatiche propedeutiche all'apprendimento delle discipline chimiche, con particolare riguardo alla comprensione e al trattamento dei dati sperimentali per un utilizzo critico e consapevole di software per il calcolo scientifico;
- una buona conoscenza della chimica di base nei quattro ambiti disciplinari prevalenti (chimica analitica, chimica fisica, chimica inorganica e chimica organica), sia per le competenze fondamentali, sia per gli aspetti più caratterizzanti, ma soprattutto applicativi;
- una buona conoscenza delle procedure di lavoro applicate all'interno dei processi chimici industriali e dei principali criteri di sicurezza e sostenibilità ambientale;
- un'adeguata conoscenza delle teorie di base per la comprensione dei fenomeni di trasporto di un impianto chimico di processo e delle loro principali modalità di calcolo;
- una buona capacità di lettura e interpretazione dei documenti tecnici in cui vengono descritti i processi chimici industriali;
- la capacità di applicare metodi e tecniche innovativi e di utilizzare attrezzature complesse.

I laureati del Corso saranno pertanto in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali soprattutto in ambito industriale, sugli impianti chimici, nei laboratori di ricerca e di controllo qualità; nei settori della produzione di nuovi materiali, della salute, della alimentazione, dell'ambiente e dell'energia; applicando le metodiche disciplinari di indagine acquisite, con autonomia nell'ambito di procedure definite.

In questo corso di laurea sono state implementate le indicazioni della Società Chimica Italiana sui contenuti disciplinari di base (Core Chemistry) per i Corsi di Laurea attivati nella Classe L-27 oltre alle indicazioni necessarie per l'accreditamento 'Chemistry Eurobachelor' dell'ECTN.

Il percorso formativo prevede, attraverso l'erogazione di corsi cattedratici, esercitazioni di laboratorio, esercitazioni informatiche, relazioni e verifiche con prove di esame scritte e orali:

- un primo anno in cui le attività formative sono orientate verso una preparazione scientifica di base (matematica, fisica, informatica), affiancate ad attività formative propedeutiche in ambito chimico, con un approccio applicativo;
- un secondo anno in cui vengono introdotte attività formative orientate ad una preparazione caratterizzante, nei campi disciplinari di base (Chimica analitica, Chimica fisica, Chimica inorganica, Chimica organica) per fornire agli studenti i fondamenti ed i risvolti applicativi dei principali metodi di indagine scientifica e professionale in ambito chimico industriale;
- un terzo anno in cui, anche attraverso l'opportuno utilizzo di insegnamenti affini ed integrativi, si introducono le attività formative proprie della chimica industriale e degli impianti chimici, con la possibilità per lo studente di differenziare la propria formazione, attraverso la selezione di attività a libera scelta che pongano maggiormente l'accento su tematiche professionalizzanti specifiche e che consentano un eventuale rapido e diretto inserimento nel mondo del

lavoro o di avere una solida preparazione per proseguire con studi superiori.

Data la natura fortemente sperimentale del Corso di Laurea, il percorso formativo prevede oltre a numerosi laboratori didattici sperimentali inseriti negli Insegnamenti caratterizzanti, lo svolgimento di un periodo di tirocinio finale sperimentale, prevalentemente dedicato ad esperienze in campo applicativo e strumentale presso i laboratori dell'Università degli Studi di Milano, oppure presso aziende, enti o istituti di ricerca, centri di analisi, pubblici o privati, in Italia e all'estero, mediante stipula di apposite convenzioni. Un tutor universitario, relatore della tesi di laurea, si farà garante del livello qualitativo di predetta attività. Il lavoro svolto e la sua qualità vengono accertati attraverso l'elaborazione di una relazione finale redatta in forma scritta ed in autonomia dallo studente, sotto la guida del relatore, e valutata in una discussione pubblica di fronte ad una apposita commissione.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività affini ed integrative prevedono insegnamenti atti a valorizzare la formazione multidisciplinare dello studente (anche in settori scientifico-disciplinari già presenti nelle attività caratterizzanti) e a rafforzare le competenze trasversali (soft skills). Queste attività sono pensate per offrire una formazione culturalmente ampia, che tenga presente anche le culture di contesto e la capacità di imparare in un quadro di formazione interdisciplinare e che completino e approfondiscano la peculiare formazione dello studente in Chimica Industriale anche in discipline prettamente di ambito chimico e biochimico industriale e degli impianti alla luce degli obiettivi formativi del Corso. In particolare, queste attività vogliono concentrare ulteriormente lo sforzo didattico per far acquisire allo studente un'adeguata padronanza di conoscenze e competenze di metodi e contenuti scientifici generali quali abilità analitiche, pensiero critico, pensiero computazionale.

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)

Al termine del percorso di Laurea in Chimica Industriale, grazie ad insegnamenti cattedratici frontali, insegnamenti di laboratorio, un tirocinio sperimentale in un laboratorio di ricerca ed attività interdisciplinari, gli studenti avranno acquisito conoscenze e capacità di comprensione di problematiche negli ambiti delle discipline scientifiche ed in particolare della chimica industriale e degli impianti chimici, dimostrando familiarità con l'approccio ed il metodo scientifico per la soluzione dei problemi tipici delle professioni di ricerca, sviluppo, produzione, controllo qualità ed attività regolatorie.

Tali conoscenze saranno conseguite anche con lo studio di libri di testo avanzati e attraverso la consultazione ragionata della letteratura scientifica, sotto la guida dei docenti, per conseguire quelle conoscenze utili a comprendere teorie e principi su argomenti riguardanti le problematiche relative alle scienze e tecnologie chimiche che includono anche alcune tematiche d'avanguardia. I risultati conseguiti saranno verificati attraverso lo svolgimento di esami scritti e/o orali, la stesura di relazioni scientifiche, la scrittura dell'elaborato di tesi e la preparazione di una presentazione per la discussione del tirocinio finale sperimentale pre-Laurea.

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

Il Corso di Studi in Chimica Industriale prevede un'intensa attività sperimentale in numerosi laboratori didattici, condotti a banco singolo per rafforzare la propria consapevolezza nel "saper fare", o in gruppo per migliorare le capacità di interazione con gli altri, di leadership e di lavoro di squadra, formando laureati in grado di applicare alle problematiche professionali direttamente e indirettamente collegate al settore chimico le loro competenze interdisciplinari nonché abilità avanzate, che dimostrino quella padronanza e quella innovazione necessarie a risolvere problemi complessi ed imprevedibili nel proprio ambito specializzato di lavoro o di studio.

In particolare, i laureati in questo Corso, al momento del conseguimento del titolo:

- sanno progettare un esperimento, eseguire analisi, ricavare proprietà molecolari e per riconoscimenti strutturali;
- sono in grado di muoversi in un impianto chimico, gestendone alcuni aspetti;
- sanno utilizzare la comune attrezzatura e la vetreria di laboratorio;
- sanno utilizzare le schede di sicurezza dei diversi prodotti;
- sanno praticare le norme di sicurezza nei laboratori chimici;
- sanno utilizzare e smaltire in sicurezza e nel rispetto ambientale le sostanze chimiche.

Tali conoscenze saranno conseguite soprattutto con la frequenza ai numerosissimi laboratori didattici, che saranno svolti sotto la supervisione del docente del singolo insegnamento, coadiuvato da co-docenti ed assistenti, per una capillare assistenza nelle varie procedure sperimentali. I risultati conseguiti saranno verificati attraverso la compilazione di quaderni di laboratorio e la stesura di relazioni e rapporti di laboratorio. Il consolidamento di queste competenze avverrà infine durante lo stage di tirocinio formativo, che culminerà nella scrittura dell'elaborato di tesi e della preparazione di una presentazione per la discussione del tirocinio finale sperimentale pre-Laurea.

Autonomia di giudizio (making judgements)

L'autonomia di giudizio è sviluppata in particolare nell'ambito delle numerose attività sperimentali di laboratorio previste ed inserite nei singoli insegnamenti, che si completano con la stesura di relazioni di laboratorio. Infine, l'attività di tirocinio, con la redazione dell'elaborato finale e la preparazione di una presentazione da illustrare ad una apposita commissione, completano la formazione in questo ambito.

In particolare, i laureati in questo Corso, al momento del conseguimento del titolo, saranno in grado di:

- contestualizzare le conoscenze chimiche specifiche in relazione alle altre discipline tecnico-scientifiche;
- programmare e condurre un esperimento pianificandone tempi e le modalità operative anche sulla base della strumentazione a disposizione;
- interpretare i dati scientifici derivanti dall'osservazione e dalle misure effettuate in laboratorio mediante le tecniche acquisite;
- valutare criticamente i dati e rilevare eventuali anomalie e incongruenze nei risultati;
- valutare e quantificare i risultati ed esporli mediante stesura di apposite relazioni scientifiche.

La verifica del raggiungimento dell'autonomia di giudizio sarà effettuata attraverso le valutazioni degli elaborati redatti dagli studenti dopo i periodi di laboratorio pratico e in maniera più dettagliata nella valutazione della tesi di Laurea.

Abilità comunicative (communication skills)

I laureati del corso di laurea in Chimica Industriale sono in grado di:

- interagire con altre persone e condurre attività in collaborazione, operare in gruppi di lavoro e di ricerca disciplinari e interdisciplinari;
- comunicare idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non qualificati, sia in lingua italiana che in lingua inglese;
- elaborare e presentare dati sperimentali ed i risultati di analisi e sperimentazioni condotte attraverso relazioni e/o presentazioni anche in lingua inglese utilizzando anche sistemi multimediali all'avanguardia;
- descrivere e comunicare efficacemente, anche in lingua inglese e in forma orale e scritta, in termini semplici e critici, i risultati del proprio lavoro scientifico;
- acquisire, diffondere e divulgare le informazioni di carattere scientifico attraverso l'uso di database e banche dati on-line.

Tali abilità sono acquisite attraverso la partecipazione alle lezioni e ai corsi di laboratorio, nonché mediante lo svolgimento dei compiti loro assegnati e delle attività d'apprendimento associate agli insegnamenti frequentati. In tutte le attività di esercitazione in aula ed in laboratorio, gli studenti sono incoraggiati ad intervenire pubblicamente per migliorare le proprie capacità di "parlare in pubblico" (public speaking).

La stesura di relazioni prevista da tutti gli insegnamenti di laboratorio permette agli studenti di rafforzare le proprie capacità di espressione scritta, mentre le proprie capacità di lavorare in gruppo sono sviluppate mediante la partecipazione ad esercitazioni, gruppi di studio e seminari, connessi sia ai singoli

insegnamenti, sia all'attività di tirocinio. La stesura dell'elaborato finale e la partecipazione ai seminari di ricerca organizzati dal Dipartimento di Chimica e tenuti anche da oratori internazionali, consentono agli studenti di potenziare le proprie capacità di comunicazione scritta ed orale, anche in lingua inglese. Il livello d'acquisizione delle competenze e delle abilità sopra indicate è giudicato innanzitutto attraverso le valutazioni espresse al termine dei vari insegnamenti previsti dal piano di studi e dalla stesura dell'elaborato finale sull'attività di tirocinio. Per quanto riguarda gli insegnamenti, la valutazione dell'apprendimento individuale risulta da una combinazione di giudizi fondati da un lato sulla valutazione delle attività svolte dallo studente durante il periodo didattico e dall'altro su un esame finale scritto e/o orale.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il corso di laurea in Chimica Industriale è orientato a favorire lo sviluppo di potenzialità di riflessione autonoma e di studio indipendente da parte degli studenti e si propone di favorire lo sviluppo di ulteriori capacità di apprendimento che consentano ai propri laureati di intraprendere la prosecuzione degli studi nell'ambito delle lauree magistrali.

In particolare, i laureati del corso di laurea in Chimica Industriale:

- sanno adeguarsi all'evoluzione della disciplina attraverso l'aggiornamento consapevole e critico delle proprie conoscenze effettuato grazie all'uso di ricerche bibliografiche, banche dati, archivi e altre informazioni in rete, nonché grazie all'acquisizione di un'autonomia che consente loro di consultare libri di testo avanzati e riviste specializzate nei settori di ricerca della chimica e delle discipline scientifiche;
- sanno organizzare e realizzare un piano di studio indipendente;
- sanno interagire con le professionalità culturalmente contigue.

Questi obiettivi sono raggiunti attraverso tutte le attività del percorso didattico ed in particolar modo durante i numerosi laboratori pratici ed il periodo di tirocinio sperimentale e nella preparazione dell'elaborato finale, che rappresenta anche l'elemento più importante per la valutazione dei risultati in questo ambito.

Conoscenze richieste per l'accesso

(DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)

Per essere ammessi al Corso di Laurea occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo, nonché essere in possesso di un'adeguata preparazione iniziale.

Le conoscenze richieste per l'accesso sono: conoscenze di base in matematica e nelle discipline scientifiche e la capacità di operare semplici deduzioni logiche e di comprensione del testo, con un grado di approfondimento pari a quello derivante dalla preparazione della Scuola secondaria di secondo grado. La preparazione iniziale degli studenti sarà verificata con le modalità previste dal Regolamento didattico del corso di laurea.

Gli eventuali obblighi ormativi aggiuntivi (OFA) derivanti da carenze nelle predette conoscenze saranno colmati entro il primo anno di corso secondo modalità stabilite dal predetto Regolamento.

Caratteristiche della prova finale

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

La prova finale per il conseguimento della laurea in Chimica Industriale consiste nella discussione pubblica di fronte ad una apposita commissione, di una relazione scritta, preparata dallo studente, sotto la guida di un relatore, inerente all'attività di tirocinio da lui svolta. Tale elaborato deve essere relativo ad un'attività di carattere sperimentale svolta, durante il periodo di tirocinio, in autonomia dallo studente, presso gruppi di ricerca dell'Università degli Studi di Milano o presso aziende, enti o istituti di ricerca, centri di analisi, pubblici o privati, in Italia e all'estero, mediante stipula di apposite convenzioni.

L'elaborato e la sua presentazione/discussione dovranno documentare gli aspetti fondamentali dell'attività svolta in relazione con lo stato attuale delle conoscenze nel settore della chimica industriale.

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

I corsi di laurea in Chimica e Chimica industriale sono da anni tra i corsi storici della Facoltà di Scienze e Tecnologie dell'Università degli Studi di Milano. In particolare, il corso di Chimica industriale è tra quelli con una più lunga tradizione nell'Ateneo, essendo stato istituito nel 1924, anno di nascita dell'Ateneo stesso. Con la riforma delle classi di laurea, si ritiene opportuno confermare tale indirizzo didattico, in considerazione anche del fatto che negli ultimi anni il numero d'immatricolazioni ha confermato il successo di questa duplice offerta formativa.

Le scienze chimiche, inoltre, sono caratterizzate in modo unico dall'avere una "industria chimica" come importante sbocco professionale. Pertanto al fianco di un Corso di Chimica, orientato verso una chimica vista come "scienza", è fondamentale avere un Corso di Chimica Industriale in cui ci si occupa maggiormente delle applicazioni più pratiche della chimica. La chimica permea capillarmente tutta la società e il nostro mondo, le sue applicazioni sono fondamentali in settori quali la sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali, la salute, l'alimentazione, l'ambiente, l'energia e la conservazione dei beni culturali. La stretta connessione tra la vita dell'uomo e la chimica ha portato ad individuare nuovi ambiti di studio e ricerca e, a seguito di ciò, il mercato del lavoro manifesta l'esigenza di poter disporre di figure professionali, le cui competenze, pur con una matrice chimica comune, siano differenziate nei vari settori di ricerca e applicativi. Pertanto, l'articolazione in corsi di laurea diversi permette di soddisfare le esigenze formative per profili professionali in linea con le esigenze del mondo del lavoro.

Comunicazioni dell'ateneo al CUN

Con riferimento alle osservazioni formulate dal CUN, si fa presente che si è provveduto a inserire in ordinamento gli adeguamenti richiesti conformemente al parere ricevuto.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
CHIMICO INDUSTRIALE
<p>funzione in un contesto di lavoro: Il Chimico industriale progetta e sviluppa nuovi prodotti e materiali, prevalentemente nell'ambito industriale, e ne definisce i criteri di produzione e controllo. Può occuparsi del controllo di qualità e del controllo ambientale, dei processi di trattamento ed eliminazione dei reflui. Definisce le strategie e le procedure per la sintesi, la trasformazione e la purificazione di composti chimici, le tecniche per le analisi chimiche e fisiche, il metodo scientifico di indagine e di gestione dei dati. I laureati in Chimica Industriale possono iscriversi all'Albo dell'Ordine dei Chimici e dei Fisici con il titolo professionale di Chimico Junior dopo avere superato lo specifico esame di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione.</p> <p>competenze associate alla funzione: Il Chimico industriale deve possedere, una buona conoscenza della chimica, della chimica industriale e dell'impiantistica chimica e dei problemi connessi al ciclo di vita dei prodotti chimici, dal loro sviluppo al loro utilizzo fino al loro riciclo e smaltimento. Deve saper effettuare uno studio LCA dei prodotti. Deve avere competenza sui metodi di analisi chimica ed attitudine all'uso delle attuali tecnologie informatiche, oltre a conoscere l'inglese. Il chimico industriale può svolgere perizie tecniche e legali relative a danni ad impianti o a danni ecologici in casi di contenzioso.</p> <p>sbocchi occupazionali: Il chimico industriale può trovare impiego presso l'industria chimica di base, di chimica fine e presso laboratori di ricerca e sviluppo. Altri sbocchi occupazionali sono presso enti di ricerca pubblici e privati, laboratori di analisi, controllo e certificazione qualità ed industrie e ambienti di lavoro che richiedono conoscenze di base nei settori della chimica e della chimica industriale. In ambito pubblico, i chimici industriali possono lavorare presso uffici tecnici di enti locali, nei laboratori provinciali di igiene e profilassi e/o in servizi di prevenzione degli infortuni sul lavoro. La libera professione è generalmente svolta come consulente per progettazione, gestione impianti, pratiche autorizzative in campo ambientale e analisi dei rischi nonché con incarichi presso i tribunali. Inoltre, il laureato in Chimica Industriale può proseguire gli studi in corsi di laurea magistrale in ambito scientifico ed in particolare nell'ambito delle classi di Laurea Chimiche: LM71 e LM54, ma anche di corsi di Laurea Magistrali in classi affini.</p>
ADDETTO RICERCA E SVILUPPO PRODOTTI, PROCESSI E FORMULAZIONI
<p>funzione in un contesto di lavoro: Il chimico industriale, in questa occupazione, può avere il compito di sintetizzare nuovi prodotti industriali per usi svariati e di seguirne la realizzazione nelle aziende, provvedendo al collaudo e al controllo di impianti chimici di produzione, nonché di impianti di depurazione e disinquinamento, garantendone la sicurezza. Effettua, nell'ambito di un programma prestabilito le prove di laboratorio per lo sviluppo di nuovi processi e formulazioni ed il miglioramento di quelli esistenti, inoltre verifica che prodotti, processi e formulazioni rispettino le normative vigenti e gli standard di sicurezza.</p> <p>competenze associate alla funzione: Il laureato deve possedere, oltre ad una buona conoscenza della chimica, della chimica industriale e dell'impiantistica, anche il rigore necessario ad applicare puntualmente il metodo scientifico ed una fondamentale conoscenza delle problematiche legate allo scale-up dei prodotti, nonché delle normative riguardanti la sicurezza e la legislazione relativa.</p> <p>sbocchi occupazionali: Questa figura professionale può trovare impiego presso aziende chimiche e petrolchimiche, cosmetiche, alimentari, di materie plastiche, coloranti, detersivi, colle o operanti in campo ambientale.</p>
ADDETTO GESTIONE E FUNZIONAMENTO IMPIANTI DI PRODUZIONE
<p>funzione in un contesto di lavoro: Questa figura professionale segue il funzionamento degli impianti nel rispetto della sicurezza e dell'ambiente, secondo il piano di produzione e in funzione dei fabbisogni del mercato e si occupa di tutto ciò che è necessario per la loro sicurezza. Collabora nello studio di soluzioni per il miglioramento continuo dell'affidabilità e dell'efficienza energetica degli impianti. Inoltre, garantisce le forniture ai clienti in termini di qualità, rispetto delle specifiche e sicurezza.</p> <p>competenze associate alla funzione: Il laureato deve possedere una buona conoscenza della chimica industriale e dell'impiantistica. Inoltre, questa professione esige una fondamentale conoscenza delle problematiche legate allo scale-up dei prodotti, nonché delle normative riguardanti la sicurezza e la legislazione in merito, deve inoltre avere attitudine all'uso delle attuali tecnologie informatiche e conoscere l'inglese.</p> <p>sbocchi occupazionali: Il laureato può trovare impiego nell'ambito della ricerca e sviluppo, produzione e logistica presso aziende chimiche e petrolchimiche, metalmeccaniche, di materie plastiche, coloranti, detersivi, adesivi. Possibili sbocchi occupazionali sono presso enti di ricerca pubblici e privati, laboratori di controllo qualità ed industrie e ambienti di lavoro che richiedono conoscenze di base nei settori della chimica e della chimica industriale.</p>
INFORMATORE E DIVULGATORE SCIENTIFICO
<p>funzione in un contesto di lavoro: Questo laureato incrementa la conoscenza scientifica in materia, utilizza e trasferisce tale conoscenza nell'industria, nella medicina, nella farmacologia e in altri settori della produzione. Fa conoscere agli operatori in campo industriale le caratteristiche e le proprietà dei prodotti della sua azienda. La funzione dell'informatore e divulgatore scientifico è quello di proporre l'adozione di specifici prodotti, sviluppare l'attività di informazione scientifica presso le aziende interessate per assicurarne il corretto impiego.</p> <p>competenze associate alla funzione: Le competenze necessarie all'informatore scientifico nell'espletamento del suo lavoro sono costituite non solo dalle conoscenze scientifiche, ma anche da abilità commerciali. In particolare, deve avere: buone conoscenze di base in chimica, conoscenza dei prodotti farmaceutici, cosmetici, alimentari e del loro corretto utilizzo. La conoscenza dell'inglese tecnico e dell'informatica, la capacità di comunicare e l'intraprendenza completano questo profilo professionale.</p> <p>sbocchi occupazionali: L'informatore scientifico lavora per le aziende cosmetiche, farmaceutiche, alimentari, di materie plastiche, coloranti, detersivi, colle o operanti in campo ambientale, o in generale per tutte le aziende del settore chimico e/o per le riviste specialistiche.</p>
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnici della produzione manifatturiera - (3.1.5.3.0) • Tecnici chimici - (3.1.1.2.0)

Attività di base

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline di base di matematica, fisica e informatica	FIS/01 Fisica sperimentale FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia FIS/04 Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 Astronomia e astrofisica FIS/06 Fisica per il sistema terra e per il mezzo circumterrestre FIS/07 Fisica applicata (a beni culturali, ambientali, biologia e medicina) FIS/08 Didattica e storia della fisica INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/01 Logica matematica MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/04 Matematiche complementari MAT/05 Analisi matematica MAT/06 Probabilità e statistica matematica MAT/07 Fisica matematica MAT/08 Analisi numerica MAT/09 Ricerca operativa	27	30	20
Discipline di base di chimica	CHIM/01 Chimica analitica CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/06 Chimica organica	24	36	20
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 40:		-		

Totale Attività di Base	51 - 66
--------------------------------	---------

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Analitico, ambientale e dei beni culturali	CHIM/01 Chimica analitica CHIM/12 Chimica dell'ambiente e dei beni culturali	12	24	-
Inorganico-chimico fisico	CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica	24	36	-
Organico e Biochimico	BIO/10 Biochimica BIO/11 Biologia molecolare BIO/12 Biochimica clinica e biologia molecolare clinica CHIM/06 Chimica organica	12	24	-
Industriale e Tecnologico	CHIM/04 Chimica industriale CHIM/05 Scienza e tecnologia dei materiali polimerici ING-IND/21 Metallurgia ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/25 Impianti chimici	24	36	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 50:		-		

Totale Attività Caratterizzanti	72 - 120
--	----------

Attività affini

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

Totale Attività Affini	18 - 24
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare	CFU min	CFU max
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
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	3
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	-
	Tirocini formativi e di orientamento	9
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-
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	-	-

Totale Altre Attività	27 - 33
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	180
Range CFU totali del corso	168 - 243

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

Le attività affini e integrative si riferiscono in parte a settori scientifico-disciplinari non specificati nella classe, in parte a settori già previsti per attività di base e caratterizzanti: CHIM/01, CHIM/02 e BIO/10.

L'inserimento di insegnamenti appartenenti a questi settori presenti nelle tabelle ministeriali tra le "Attività formative caratterizzanti" è stato reso necessario per le seguenti ragioni culturali:

Piuttosto che disperdere le conoscenze degli studenti su settori disciplinari solo marginalmente pertinenti allo scopo primario del corso di laurea, si preferisce concentrare gli sforzi didattici su tutti quei settori indispensabili alla luce degli obiettivi formativi del corso, e ciò come previsto dall'art. 3, comma 4, del D.M. 22 ottobre 2004, n. 270, per assicurare "allo studente un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali, anche nel caso in cui sia orientato all'acquisizione di specifiche conoscenze professionali".

La vastità dei settori CHIM/01, CHIM/02 e BIO/10 fa sì che alcuni insegnamenti in queste discipline possano essere considerati attività affini e integrative con riferimento a specifiche discipline di approfondimento culturale e all'acquisizione di strumenti metodologici, ben differenziati da quelli indicati come di base e caratterizzanti, che concorrono a integrare la peculiare formazione del laureato in Chimica industriale.

Il Regolamento didattico del corso di studio e l'offerta formativa saranno tali da consentire agli studenti che lo vogliono di seguire percorsi formativi nei quali sia presente un'adeguata quantità di crediti in settori affini e integrativi che non sono già caratterizzanti.

Note relative alle altre attività

Note relative alle attività di base

Note relative alle attività caratterizzanti