

<b>Università</b>	Università degli Studi di MILANO
<b>Classe</b>	LM-71 R - Scienze e tecnologie della chimica industriale
<b>Nome del corso in italiano</b>	Sustainable industrial chemistry <i>adeguamento di:</i> <i>Chimica industriale sostenibile</i> ( <a href="#">1449739</a> )
<b>Nome del corso in inglese</b>	Sustainable industrial chemistry
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	FBD-0
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	18/11/2024
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	15/04/2025
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	20/11/2013 - 16/12/2024
<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://industrialchemistry.cdl.unimi.it/en">https://industrialchemistry.cdl.unimi.it/en</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Chimica
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	24 - max 24 CFU, da DM 931 del 4 luglio 2024
<b>Corsi della medesima classe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cosmetic Industrial Science</li> </ul>

### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-71 R Scienze e tecnologie della chimica industriale**

#### **a) Obiettivi culturali della classe**

I corsi della classe hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati specialisti in scienze e tecnologie della chimica industriale, con approfondite conoscenze interdisciplinari e in grado di inserirsi nel mondo del lavoro in posizioni di responsabilità. In particolare, le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono: - conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-applicativi della sintesi dei prodotti e lo sviluppo dei processi chimici ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere problemi di chimica industriale che tipicamente richiedono un approccio interdisciplinare; - conoscere aspetti teorico-applicativi della chimica industriale e della scienza dei polimeri, ed essere capaci di utilizzare tali conoscenze per interpretare e descrivere le tematiche connesse alla produzione industriale nei diversi settori chimici, con speciale riferimento alle connessioni prodotto-processo, ai passaggi di scala e alla sostenibilità dello sviluppo; - possedere conoscenze e competenze utili alla caratterizzazione e alla definizione delle relazioni struttura-proprietà dei prodotti chimici e dei materiali con particolare attenzione a quelli polimerici; - avere completa padronanza del metodo scientifico di indagine e delle strumentazioni di laboratorio; - essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità; - essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi, nel rispetto dei principi di sostenibilità ambientale; - essere in grado di valutare un processo chimico nei suoi aspetti economici, brevettuali e nelle sue implicazioni relative alla sicurezza ed alla sostenibilità.

#### **b) Contenuti disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe**

I percorsi formativi dei corsi della classe comprendono in ogni caso attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze nei campi: - della caratterizzazione della composizione e della struttura e della reattività dei prodotti chimici; - della sintesi, e della funzionalizzazione dei prodotti chimici e dei materiali, in particolare quelli polimerici, per l'intero ciclo di vita incluso il loro smaltimento, riciclo e riutilizzo; - dei processi di produzione dei prodotti chimici con particolare attenzione alla green chemistry e alla catalisi; - degli aspetti di sicurezza e di riduzione dell'impatto ambientale dei prodotti, dei processi e degli impianti; Inoltre, i percorsi formativi dei corsi della classe possono comprendere attività finalizzate all'acquisizione di conoscenze avanzate nei campi: - degli aspetti chimici e impiantistici in ambiti industriali biotecnologici e farmaceutici; - dello sviluppo di materiali, processi e impianti per la valorizzazione degli scarti e dei rifiuti nell'ottica dell'economia circolare; - della sintesi, caratterizzazione e prova di catalizzatori di interesse industriale; - della progettazione e sviluppo di materiali per l'energia sostenibile; - della valutazione della qualità di un prodotto, di un processo, di una filiera produttiva dell'industria chimica.

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

Le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe devono essere in grado di: - dialogare efficacemente con esperti di specifici settori applicativi, comprendendo le necessità degli ambiti in cui si troveranno a operare e suggerendo soluzioni efficaci, anche in un contesto internazionale; - operare in gruppi interdisciplinari costituiti da esperti provenienti da settori diversi; - mantenersi aggiornati sugli sviluppi delle scienze e tecnologie; - comunicare efficacemente i risultati delle analisi condotte, in forma scritta e orale.

#### **d) Possibili sbocchi occupazionali e professionali dei corsi della classe**

Le laureate e i laureati magistrali nei corsi della classe potranno trovare impiego come liberi professionisti o come lavoratori dipendenti, in ruoli tecnici e manageriali di elevata responsabilità nei campi della ricerca, dell'innovazione, dello sviluppo, della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione, della programmazione, della gestione di sistemi complessi e della qualificazione e diagnostica presso aziende per lo sviluppo, per la produzione e trasformazione di prodotti chimici, per la progettazione di materiali. Inoltre, potranno svolgere attività come liberi professionisti o come lavoratori dipendenti nell'ambito di società di servizi e consulenza, in laboratori di analisi di aziende ed enti pubblici e privati, nonché nei campi dell'insegnamento, della formazione culturale o della divulgazione scientifica.

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

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

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

Padronanza di nozioni e strumenti di base delle scienze matematiche, chimiche e fisiche, e conoscenze fondamentali nelle discipline caratterizzanti della presente classe.

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

La prova finale deve comprendere un'attività di progettazione o di ricerca, svolta in modo originale dallo studente, che dimostri la padronanza degli argomenti da lui raggiunta e l'acquisizione delle competenze nonché la capacità di operare in modo autonomo.

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

I percorsi formativi dei corsi della classe devono prevedere attività di laboratorio, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali, alla misura, all'elaborazione dei dati e all'uso delle tecnologie.

#### **i) Tirocini previsti per tutti i corsi della classe**

I corsi della classe possono prevedere tirocini formativi esterni, in Italia o all'estero, presso enti o istituti di ricerca, università, laboratori, aziende e/o amministrazioni pubbliche, anche nel quadro di accordi internazionali.

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

In sede di valutazione della proposta il Nucleo, con riferimento ai criteri enunciati, esprime il seguente giudizio:

1) la proposta risulta correttamente progettata, secondo quanto previsto dai DM 16/3/2007 e DM 31/10/2007, in termini di:

- obiettivi formativi e sbocchi professionali,

- consultazione delle organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, dei servizi e delle professioni.

2) le risorse di docenza e strutturali risultano compatibili con la proposta di Corso di Laurea Magistrale.

3) il Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale nasce dalla riforma dell'omonimo corso attivo nel 2009/2010 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 sottolinea che il riordino apportato al Corso di Laurea Magistrale in Chimica Industriale e Gestionale ha condotto alla soppressione dei curriculum esistenti nel precedente ordinamento, a favore di un unico percorso formativo più snello e agevole per lo studente che ha permesso la riduzione degli insegnamenti e degli esami senza diminuire la qualità e la completezza dei contenuti offerti dal corso.

Il Nucleo apprezza inoltre l'importanza riservata alle valutazioni emerse dall'incontro con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, dei servizi e delle professioni nella definizione del nuovo ordinamento del corso.

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 Sustainable Industrial Chemistry 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, seguita da una consultazione nel 2013 che nel caso del presente CdS aveva previsto la discussione sul passaggio del Corso erogato in lingua italiana (Chimica Industriale e Gestionale), al Corso erogato in lingua inglese (Industrial Chemistry), allo scopo di attrarre anche studenti dall'estero, aumentare l'internazionalizzazione dell'offerta, formare laureati di qualità in grado di rispondere alle sfide dell'economia globale favorendo l'inserimento nel mercato del lavoro a livello mondiale. In tale contesto, si era sottolineato il fatto che il nuovo corso di laurea magistrale aveva mantenuto invariati l'impianto curriculare ed i contenuti disciplinari. Tale incontro aveva confermato anche 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 anche per l'importanza data alle materie di carattere industriale e impiantistico; (ii) l'offerta formativa si era rivelata adatta a preparare il laureato ad affrontare quei problemi che si presentano in una società in rapida evoluzione tecnologica; (iii) questo corso di laurea Magistrale in Industrial Chemistry era il primo della classe LM-71 istituito in Italia in lingua inglese e come tale avrebbe potuto sia soddisfare le esigenze del crescente numero di studenti stranieri che richiedono l'accesso ai corsi chimici dell'Ateneo, sia rispondere alle richieste degli studenti italiani che in quantità significativa vengono a Milano da tutta Italia, proprio per la qualità dell'offerta formativa in ambito chimico.

A seguito delle prime consultazioni, 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 nei mesi 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, è stato apprezzato l'inserimento di competenze di lingua italiana per gli studenti stranieri, oltre alle competenze di lingua inglese, già richieste per una Laurea erogata in tale lingua. È stato espresso un giudizio estremamente positivo sull'inserimento di contenuti utili per l'inserimento nel mondo del lavoro oltre che sul mantenimento di un alto numero di CFU per il Laboratorio sperimentale. È stata apprezzata anche la revisione e l'ampliamento dell'offerta degli Insegnamenti Affini ed Integrativi, che ha sfruttato Insegnamenti di Facoltà ed Ateneo, coerenti con il percorso didattico.

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

Il primo obiettivo formativo specifico del corso di laurea magistrale in Sustainable Industrial Chemistry è la formazione di un laureato specialista nelle scienze e nelle tecnologie chimiche industriali, che sia in grado di applicare con grande competenza procedure e protocolli propri della chimica industriale, sviluppare e caratterizzare nuovi prodotti e materiali a livello industriale ed in modo sostenibile, sperimentare nuove tecnologie e sviluppare nuovi processi caratterizzati da una migliore impronta ambientale, condurre analisi chimiche e controlli di qualità, anche a livello di prevenzione, sicurezza e tutela dell'ambiente, che richiedano la piena padronanza delle tecniche chimiche e strumentali. Inoltre, il laureato magistrale è in grado di condurre le successive elaborazioni dei dati acquisiti, di preparare relazioni relative ai risultati delle analisi, ed eseguire test e prove di laboratorio per lo sviluppo di nuovi prodotti, di valutare l'impatto ambientale dei processi e prodotti proposti. Ancor più rilevante, il laureato magistrale in Sustainable Industrial Chemistry è in grado di sviluppare schemi di processo ed impianti innovativi per lo sfruttamento di risorse, materie prime ed energie rinnovabili, per la valorizzazione di rifiuti e materiali di scarto, per l'efficientamento energetico, in un'ottica di economia circolare e di miglioramento dell'impatto ambientale dei processi produttivi. Tutto ciò viene declinato nel percorso formativo anche nell'ottica della sostenibilità anche economica degli impianti ideati, così da garantirne la piena e reale realizzabilità, introducendo i metodi più moderni di quantificazione non solo dei costi, ma anche dei principali indici di remuneratività degli impianti chimici. Parimenti, la sostenibilità viene declinata in modo quantitativo, proponendo logiche e metriche per la sua precisa quantificazione e realizzazione secondo standard scientifici. In questo contesto il corso di laurea magistrale si colloca all'interno degli standard europei di riferimento per l'insegnamento della Chimica Industriale intendendo fornire competenze specifiche con particolare riguardo alle discipline chimiche industriali ed alle relative applicazioni. Il laureato potrà fornire pareri in materia di chimica industriale e applicata e svolgere ogni altra attività definita dalla legislazione vigente in relazione alla professione di chimico industriale. Altro obiettivo specifico del corso di laurea in Sustainable Industrial Chemistry è quello di mettere in grado lo studente di inserirsi immediatamente in un'attività professionale, o eventualmente di proseguire con ulteriori studi superiori (Dottorato di Ricerca o Master). Pertanto, il corso si propone di fornire agli studenti una completa padronanza dei metodi e contenuti scientifici di carattere chimico, con particolare attenzione alle problematiche della sostenibilità ambientale, economica e di sicurezza, per facilitare un agevole inserimento nel mondo del lavoro, o per accedere ad un successivo percorso di formazione.

Infine, l'industria, inclusa quella chimica, sta facendo sempre maggior uso delle opportunità offerte dall'intelligenza artificiale e della modellazione di processo al fine di migliorare ed ottimizzare i processi produttivi, anche nell'ottica di una maggior sostenibilità ambientale ed economica. Il laureato in Sustainable Industrial Chemistry acquisirà conoscenze di base su questi aspetti all'interno dei corsi fondamentali e le potrà approfondire tramite corsi

opzionali ad essi dedicati. In particolare, verranno poste le basi per l'utilizzo proficuo e responsabile di questi nuovi strumenti, in particolare considerando vari modelli di machine learning. Inoltre, verranno proposti vari strumenti informatici per la progettazione ed ottimizzazione in silico di processo, nonché per la realizzazione di "digital twins".

In dettaglio, il laureato in questo Corso possiederà:

- una preparazione culturale specifica ed approfondita nei diversi settori della chimica industriale, nei suoi aspetti teorici e sperimentali, con particolare attenzione alle tecnologie sostenibili e alla riduzione dell'impatto ambientale;
- una perfetta padronanza del metodo scientifico di indagine, che include la capacità di applicare metodi e tecniche analitiche innovative, di utilizzare attrezzature complesse e la padronanza nell'utilizzo degli strumenti matematici e informatici di supporto;
- una profonda conoscenza nel campo dell'analisi, progettazione, produzione e valorizzazione (anche in ottica di economia circolare) di molecole di grande interesse applicativo che gli permetta di utilizzare metodologie e strategie di sintesi avanzate e innovative, tenendo conto anche dei principi della sostenibilità (promuovendo lo sviluppo economico e sociale) e della tutela dell'ambiente;
- la capacità di realizzare progetti a diverso livello di complessità per il passaggio dalla scala di laboratorio, a quella pilota, a quella industriale per prodotti innovativi o processi caratterizzati da minor impatto ambientale;
- la capacità di quantificare l'impatto economico mediante analisi TEA (Techno Economic Assessment) ed LCA (Life Cycle Assessment) dei processi progettati e di migliorare la sostenibilità ambientale ed economica di processi esistenti;
- una buona conoscenza delle problematiche dei processi di separazione su scala industriale e di miglioramento della sostenibilità delle emissioni solide, liquide e gassose degli impianti chimici;
- la capacità di individuare processi biotecnologici innovativi e realizzare la messa a punto di metodologie più economiche e meno inquinanti nel campo della chimica fine;
- competenza nel campo delle tecnologie elettrochimiche nei vari settori d'applicazione: analitici, di sintesi, energetici, ambientali con una mentalità innovativa e sostenibile, in grado di affrontare le sfide ambientali e sociali del XXI secolo.;
- comprensione dei problemi di preparazione e impiego dei materiali metallici, con particolare riguardo ai fenomeni di corrosione e degrado ambientale;
- comprensione delle proprietà e dei problemi connessi allo sviluppo e alla trasformazione dei materiali polimerici;
- le conoscenze necessarie per svolgere attività di progettazione di catalizzatori e processi catalitici e realizzarne lo sviluppo industriale in ottica sostenibile e rispettosa dell'ambiente;
- la capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese oltre l'italiano;
- la capacità di adeguarsi alla continua evoluzione delle discipline chimiche e di interagire con le professionalità culturalmente contigue.

Lo scopo è quello di formare laureati magistrali in Sustainable Industrial Chemistry in grado di:

- avere una completa autonomia in ambito lavorativo, che permetta di ricoprire posizioni di elevata responsabilità nella realizzazione di progetti e strutture in campo industriale e della ricerca;
- sviluppare le capacità e le conoscenze idonee a svolgere attività professionali nell'ambito della chimica industriale, gestendo in prima persona attività quali la progettazione sostenibile e la caratterizzazione di nuovi prodotti e materiali, la sperimentazione di nuove tecnologie e le attività delle fasi di sviluppo e pilota, in vista della produzione industriale;
- operare come sustainability manager in aziende o enti;
- interagire in maniera decisionale con altre funzioni aziendali (ingegneria, marketing, ecc.) coinvolte nell'iter di ricerca, sviluppo, produzione e commercializzazione di prodotti, formulati e principi attivi, tra cui quelli ad elevato valore aggiunto;
- svolgere attività produttiva o di ricerca nel settore dei materiali inorganici, organici, polimerici e della conversione di energia, con particolare riferimento alla loro preparazione e caratterizzazione;
- operare nelle fasi creative, organizzative ed operative della ricerca nel campo chimico industriale in laboratori pubblici e privati, europei ed extra-europei, centri di ricerca, società di ricerca e sviluppo;
- partecipare allo sviluppo teorico e pratico di nuove tecnologie in campo chimico;
- operare sia in industrie che in istituzioni pubbliche, al fine di gestire impianti, personale e strumentazione, e di rispondere ad esigenze di ricerca, sviluppo, produzione e controllo qualità nel quadro di normative legislative e requisiti specifici dei vari processi produttivi;
- trasferire in modo adeguato i risultati della ricerca e le conoscenze acquisite agli utenti finali.

Il percorso formativo del corso di laurea magistrale prevede al primo anno attività formative teorico-pratiche caratterizzanti di ambito industriale comuni per tutti gli studenti, che hanno lo scopo di ampliare la preparazione acquisita nei corsi di laurea di primo livello e fornire le conoscenze necessarie ad affrontare gli insegnamenti più specifici. Una seconda parte delle attività del primo anno sarà rivolta ad insegnamenti caratterizzanti che potranno essere selezionati a scelta guidata dagli studenti che potranno decidere sia di seguire un percorso di studio che fornisca loro competenze in ambiti chimici differenti, distribuendo equamente i crediti da acquisire, sia di approfondire le proprie conoscenze più specificamente in alcuni ambiti disciplinari, distribuendo in modo non uniforme i crediti formativi. Gli insegnamenti previsti forniscono ai laureati anche gli strumenti conoscitivi necessari a sviluppare la capacità di studiare in modo autonomo e auto-diretto, attraverso testi avanzati e riviste scientifiche specialistiche in lingua straniera. Nel secondo anno del corso di studi una parte preponderante dell'impegno didattico è concentrata sul tirocinio formativo per la tesi sperimentale o progettuale con l'obiettivo di fornire allo studente la necessaria capacità di operare nel campo della ricerca in ambito chimico industriale attraverso un lavoro di ricerca originale che includa esperienze pratiche e conoscenze tecnologicamente avanzate. Il lavoro svolto e la sua qualità vengono accertati attraverso l'elaborazione di una tesi di laurea 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, in settori scientifico-disciplinari non presenti nelle attività caratterizzanti, e a rafforzare le competenze trasversali (soft skills) quali le competenze digitali, di alfabetica funzionale e multilinguistiche. Rientrano pertanto in queste attività insegnamenti di area biologica, fisica, informatica e che completano ed approfondiscono le competenze di base e sviluppano la formazione multidisciplinare negli ambiti delle scienze esatte di base, affini alle scienze chimiche industriali. Sono inoltre inseriti insegnamenti di area legislativa ed economica, utili ad acquisire le competenze imprenditoriali (Project Management) relative ai problemi di gestione dei Brevetti, di Gestione dell'Innovazione, di Sostenibilità Ambientale, nonché quelle legate alla Sicurezza dell'ambiente di lavoro, di fondamentale importanza per un laureato in Sustainable Industrial Chemistry. Tutte 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 per completare ed approfondire la peculiare formazione dello studente in Sustainable Industrial Chemistry. 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 Magistrale in Sustainable Industrial Chemistry, grazie ad insegnamenti cattedratici frontali, insegnamenti di laboratorio, un intenso tirocinio formativo 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 nell'ambito della chimica industriale, 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.

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

- possiedono approfondite conoscenze generali in ambito chimico, soprattutto negli aspetti sperimentali e applicativi, con particolare specializzazione nell'ambito industriale ed impiantistico;
- possiedono approfondite conoscenze dei processi chimici industriali (anche biotecnologici), ed in particolare quelli relativi ai problemi collegati alla ricerca e sviluppo di processi per la preparazione di principi attivi dalla scala di laboratorio all'impianto pilota; ai principi per il passaggio alla scala industriale e alle problematiche legate ai processi di separazione su scala industriale;
- possiedono adeguate competenze negli ambiti dell'economia, dei brevetti, della gestione aziendale, dell'innovazione e della normativa in vigore sulla sicurezza nei laboratori e più in generale negli ambienti di lavoro;
- possiedono adeguate conoscenze sulla sostenibilità ambientale e sulla gestione dell'innovazione tecnologica vista come processo basato sulla ricerca e

sviluppo.

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 applicate, con particolare focalizzazione sull'ambito chimico industriale, che includono anche le principali 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 della Tesi di Laurea.

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

Il Corso di Studi in Sustainable Industrial Chemistry coniuga la formazione teorica con un'intensa attività sperimentale nei laboratori didattici e soprattutto durante il tirocinio formativo sperimentale di tesi, allo scopo di rafforzare la consapevolezza dello studente nel "saper fare", formando laureati magistrali in grado di applicare alle problematiche professionali direttamente e indirettamente collegate al settore chimico industriale le loro competenze interdisciplinari e multidisciplinari 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, sono in grado, con grande competenza e in completa autonomia:

- di valutare l'impronta di sostenibilità ecologica, economica e di sicurezza di un processo chimico e biotecnologico e di operare per il suo miglioramento;
- di progettare processi ed impianti chimici caratterizzati da una migliorata sostenibilità ambientale ed economicamente sostenibili;
- di eseguire sintesi e caratterizzazione di composti complessi, utilizzando procedure innovative e strumentazione d'avanguardia, nonché di valutare la migliore metodologia per la risoluzione di problemi analitici;
- di progettare ed eseguire procedure sperimentali con riferimento alla sintesi di composti e materiali organici o inorganici di interesse industriale realizzate mediante processi che ripropongono quelli adottati nell'industria chimica, sottolineando gli aspetti ed i parametri indispensabili per lo studio del passaggio di scala del processo;
- di individuare processi innovativi e realizzare la messa a punto di metodologie più economiche e meno inquinanti nel campo della chimica fine e di base;
- di analizzare ed elaborare dati ottenuti in laboratorio, con particolare riferimento alla conoscenza delle apparecchiature impiantistiche;
- di progettare ed eseguire tramite esercitazioni pratiche le procedure per la compilazione di Business Plan, il calcolo del PIL, conti economici, situazione dello Stato patrimoniale e flusso di cassa;
- di sviluppare metodi numerici di analisi di dati impiantistici o di laboratorio al fine di eseguire l'ottimizzazione di processo e della sua sostenibilità, soprattutto grazie a metodi di intelligenza artificiale, prevalentemente basati su machine learning;
- di compilare check list, eseguire ed elaborare analisi economico-finanziarie di un progetto, stendere brevetti;
- di valutare il rischio chimico su esempi pratici e compilare schede di sicurezza dei prodotti chimici;
- di applicare i nuovi strumenti digitali di Machine Learning e Intelligenza Artificiale per l'analisi dei dati sperimentali, per la programmazione di nuovi esperimenti e per l'ottimizzazione dei processi e delle operazioni unitarie industriali.

Tali conoscenze saranno conseguite soprattutto con la frequenza ai 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 il tirocinio formativo ed il laboratorio di tesi, che culmineranno nella scrittura dell'elaborato di tesi per la discussione finale.

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

L'autonomia di giudizio e la capacità di programmare e condurre esperimenti scientifici sono sviluppate nell'ambito delle attività sperimentali di laboratorio previste nei singoli insegnamenti, nei seminari organizzati durante l'anno accademico, ed in particolare nell'attività di tirocinio formativo sperimentale di tesi, che si conclude con la redazione della Tesi di Laurea.

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

- progettare e realizzare un esperimento in piena autonomia, programmandone i tempi e le modalità, anche sulla base della strumentazione a disposizione, valutando e quantificando il risultato finale;
- effettuare il passaggio di scala di impianti chimici ed il progetto di base di schemi di impianto, inclusa la valutazione della sostenibilità ambientale, economica e di sicurezza del processo;
- formulare un problema analitico e proporre idee e soluzioni, anche innovative;
- progettare la sintesi o la formulazione di nuovi prodotti, anche basandosi in particolare su nuove materie prime e fonti energetiche a ridotto impatto ambientale;
- interpretare criticamente i dati sperimentali inquadrando le conoscenze chimiche specifiche nelle loro relazioni con altre discipline scientifiche e tecniche, rilevando eventuali anomalie e incongruenze nei risultati;
- reperire e vagliare fonti di informazione, dati, letteratura chimica;
- gestire con grande competenza e deontologia professionale progetti, strutture e personale, anche individuando nuove prospettive e strategie innovative di sviluppo.

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 con la valutazione continua del relatore di tesi del grado di autonomia e della capacità di lavorare, anche in gruppo, durante lo svolgimento del tirocinio di Laurea e la stesura della tesi. La tesi di laurea sperimentale è poi oggetto della discussione finale davanti ad una apposita Commissione di Laurea.

Importante è anche la valutazione della scelta degli insegnamenti proposti dallo studente nel suo piano di studi individuale, scelta anch'essa sottoposta alla valutazione di una apposita commissione.

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

I laureati del corso di laurea magistrale in Sustainable Industrial Chemistry sono in grado di:

- interagire con altre persone, condurre e dirigere attività di ricerca disciplinari ed interdisciplinari in collaborazione anche con partners stranieri, attraverso l'utilizzo della lingua inglese;
- coordinare gruppi di lavoro, grazie allo sviluppo di abilità relazionali,
- comunicare idee, problemi, soluzioni e risultati delle proprie ricerche a interlocutori specialisti e non, in lingua inglese;
- esporre i dati attraverso relazioni e/o presentazioni utilizzando anche sistemi multimediali all'avanguardia;
- 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 agli insegnamenti di laboratorio, ed in particolare durante il tirocinio formativo sperimentale, periodo nel quale lo studente si troverà ad interagire con altri colleghi, studenti di Dottorato, Assegnisti, Ricercatori e Docenti, all'interno delle attività di gruppi di ricerca di livello internazionale, partecipando anche a "Group Meeting" dove dovrà esporre i risultati della sua ricerca, pianificando gli stadi successivi in un clima di collegialità e confronto.

La partecipazione ai seminari di ricerca organizzati dal Dipartimento di Chimica e tenuti anche da oratori internazionali, consentono agli studenti di potenziare ulteriormente le proprie capacità di comunicazione, anche in lingua inglese. L'acquisizione e la verifica del conseguimento delle abilità comunicative scritte ed orali, anche in lingua inglese, sono previste inoltre tramite la redazione della tesi di laurea e la discussione in lingua inglese della medesima davanti ad apposita commissione in una seduta pubblica.

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

Il corso di laurea magistrale in Sustainable Industrial Chemistry è orientato a favorire lo sviluppo di potenzialità di riflessione autonoma e di studio indipendente da parte degli studenti e si propone di favorire ulteriormente lo sviluppo di capacità di apprendimento, nonché l'acquisizione di abilità e competenze metodologiche e teoriche che consentano ai propri laureati di inserirsi facilmente nel mondo del lavoro o di proseguire con studi nell'ambito delle Scuole di Dottorato o di Specializzazione.

In particolare, i laureati del corso di laurea magistrale in Sustainable Industrial Chemistry:

- sono dotati di attitudine allo sviluppo e 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 affini e integrative (anche di carattere giuridico e/o economico), necessarie per la gestione di progetti complessi;

- sanno organizzare e realizzare un piano di studio indipendente;
- possiedono capacità di lavorare per obiettivi autonomamente e in gruppo, reagendo positivamente ai problemi incontrati;
- sanno interagire con le professionalità culturalmente contigue.

Questi obiettivi sono raggiunti mediante tutte le attività del percorso didattico con forme di verifica continua che richiedono la presentazione di dati reperiti autonomamente. Inoltre, il raggiungimento degli obiettivi relativi alle capacità di apprendimento sarà in particolar modo valutato attraverso la misurazione del grado di auto-apprendimento maturato durante lo svolgimento del periodo di tirocinio formativo sperimentale per la preparazione dell'elaborato di Tesi finale, che rappresenta esso stesso 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)**

Possono accedere al corso di laurea magistrale in Sustainable Industrial Chemistry i laureati della classe L-27 Scienze e Tecnologie Chimiche. Possono altresì accedervi i laureati in corsi di laurea di altra classe, nonché coloro in possesso di titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo purché abbiano i seguenti requisiti curriculari:

- almeno 20 CFU nelle discipline matematiche (da MAT/01 a MAT/09), fisiche (da FIS/01 a FIS/08) e informatiche (INF/01; ING-INF/05);
- almeno 70 CFU nei settori scientifico-disciplinari degli ambiti caratterizzanti della Tabella della classe L27:
  - o analitico, ambientale e dei beni culturali (CHIM/01 e CHIM/12)
  - o inorganico-chimico fisico (CHIM/02 e CHIM/03)
  - o organico e biochimico (CHIM/06, BIO/10, BIO/11 e BIO/12)
  - o industriale e tecnologico (CHIM/04, CHIM/05, ING-IND/21, ING-IND/22 e ING-IND/25).

Inoltre, poiché il corso è erogato integralmente in lingua inglese, è richiesta anche una conoscenza minima della lingua inglese pari al livello B2 del Quadro Comune Europeo di Riferimento per la conoscenza delle Lingue (CEFR).

Oltre ai predetti requisiti curriculari, è richiesta un'adeguata preparazione personale di tutti i candidati, che sarà verificata mediante le modalità indicate a Regolamento.

### **Caratteristiche della prova finale** **(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La prova finale per il conseguimento della laurea magistrale in Sustainable Industrial Chemistry consiste nella presentazione e discussione pubblica in lingua inglese di fronte ad una apposita commissione della Tesi di Laurea. È propedeutico alla prova finale un periodo di tirocinio formativo sperimentale di ricerca inerente argomenti coerenti con il percorso formativo della laurea magistrale da svolgersi in autonomia dallo studente, sotto la guida di un relatore, 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. Con questa attività lo studente predispone una tesi di laurea a carattere teorico e/o sperimentale che porti un contributo originale alle conoscenze scientifiche in campo chimico industriale.

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

La chimica industriale ha dovuto e saputo evolversi negli ultimi anni, tenendo conto delle nuove esigenze e sfide della nostra società, proponendo tecnologie sostenibili che, promuovendo lo sviluppo economico e sociale, rispettino l'ambiente e tutelino i lavoratori. Da questo è nata la necessità di rivedere i contenuti del Corso di Studi per assimilare i concetti di sostenibilità e rispetto dell'ambiente in tutto il percorso, ovviamente garantendo anche la sostenibilità economica al fine di garantire la fattibilità dell'innovazione proposta. In questo contesto, come si evince da quanto illustrato negli obiettivi formativi il presente Corso di Studi in Sustainable Industrial Chemistry ha l'obiettivo di formare in ambito chimico industriale una figura professionale con una preparazione altamente specializzata in tutti gli ambiti della Chimica Industriale, rivisitata in questa nuova formulazione del corso, in armonia con quanto richiesto dagli stakeholders, includendo tematiche avanzate nel campo della sostenibilità. Queste includono il design ex novo o la riprogettazione di prodotti e processi caratterizzati da una minor impronta ambientale in quanto progettati per una maggior efficienza in termini di resa, rendimento energetico e minimizzazione/riuso degli scarti. La ricchezza del percorso formativo offre l'opportunità per lo studente di selezionare l'ambito a lui più congeniale, senza perdere però di vista il panorama completo.

Gli sbocchi professionali per i laureati sono quindi le aziende chimiche, petrolchimiche, di materie plastiche, dei coloranti, dei detersivi, dei materiali per l'edilizia, e molte altre, estremamente variegata anche se caratterizzata da notevoli somiglianze.

Da qualche anno è stato istituito un altro corso nella classe LM-71 in Scienze e tecnologie della chimica industriale: Cosmetic Industrial Science, che si è affiancato al Corso di Studi originale in Industrial Chemistry. Questo arricchisce il panorama pur non sostituendo la figura generalista del laureato in Sustainable Industrial Chemistry, in quanto fornisce una figura professionale altamente specializzata nello specifico settore della Cosmetica. Le due figure professionali sono quindi complementari e non in sovrapposizione.

### **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.

<b>Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati</b>
<b>Chimico industriale</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b>  il chimico industriale progetta e sviluppa nuovi prodotti e materiali, caratterizzati da una migliore impronta ambientale, ricicla e valorizza materiali usati o di scarto, prevalentemente nell'ambito industriale, e ne definisce i criteri di produzione e controllo che tengano conto anche della riduzione dell'impatto ambientale e promuovano lo sviluppo economico e sociale in maniera sostenibile. Definisce le strategie e le procedure per la sintesi, la trasformazione, la valorizzazione (anche in ottica di economia circolare) e la purificazione di composti chimici, le tecniche per le analisi chimiche e fisiche, il metodo scientifico di indagine e di gestione dei dati. Può svolgere attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché di gestione e progettazione delle tecnologie prendendo anche in considerazione i principi della sostenibilità e della tutela ambientale, ed esercitare funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione ed anche in tutti i settori della chimica "verde" per la tutela dell'ambiente e per favorire la transizione energetica.</p>
<p><b>competenze associate alla funzione:</b>  il chimico industriale possiede una conoscenza specialistica della chimica, della chimica industriale e dell'impiantistica chimica, dei settori della sintesi di nuovi prodotti e di nuovi materiali e del loro scale-up. Conosce i principi della sostenibilità e dell'impatto antropico sull'ambiente. Inoltre, possiede una notevole competenza dei metodi di analisi chimica delle attuali tecnologie informatiche e conosce l'inglese.</p>
<p><b>sbocchi occupazionali:</b>  il chimico industriale può accedere ad enti di ricerca pubblici e privati, pubbliche amministrazioni, società professionali e studi di consulenza nazionali o internazionali, aziende, industrie e laboratori di ricerca. Può trovare impiego presso l'industria chimica di base, di chimica fine, presso laboratori di ricerca e sviluppo ed in generale presso ambienti di lavoro che richiedano profonda conoscenza nei settori della chimica industriale e dell'impiantistica chimica e un'alta qualificazione. In ambito pubblico, i chimici industriali possono lavorare presso uffici tecnici ed ecologici 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 per svolgere perizie tecniche e legali relative a danni ad impianti o ecologici. Inoltre, il laureato magistrale in Sustainable Industrial Chemistry può proseguire gli studi in corsi di Dottorato o Scuole di Specializzazione in ambito scientifico.</p>
<b>Responsabile/direttore di laboratorio Ricerca e Sviluppo</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b>  il Responsabile/Direttore di laboratorio Ricerca e Sviluppo dirige l'attività di ricerca per la realizzazione e lo sviluppo di nuovi prodotti industriali ed il miglioramento dei processi relativi, in sintonia con le strategie aziendali di efficientamento ambientale, energetico, economico e di sicurezza delle operazioni; gestisce i settori della ricerca e della produzione e dà le indicazioni per un aggiornamento costante dello sviluppo del patrimonio tecnologico dell'azienda; assegna ai vari progetti le risorse tecniche necessarie, proponendo gli investimenti nella ricerca e formulando i relativi budget. Provvede inoltre al collaudo e al controllo degli impianti chimici di produzione, garantendone la sicurezza, verificando che prodotti, processi e formulazioni rispettino le normative vigenti e gli standard di sicurezza.</p>
<p><b>competenze associate alla funzione:</b>  questa figura professionale deve possedere, oltre ad una profonda conoscenza della chimica industriale, dell'impiantistica e delle mansioni gestionali, una conoscenza specialistica delle problematiche legate alla sintesi chimica ed allo scale-up, nonché delle normative riguardanti la sicurezza e la legislazione in merito. È in grado di impostare piani di ricerca e l'esecuzione delle prove e delle sperimentazioni necessarie, scegliendone metodi, mezzi e tempi; ha competenza delle problematiche relative alla realizzazione di progetti di ricerca per quanto riguarda tempi e costi e sa elaborare, interpretare e valutare i risultati sperimentali ottenuti. Le posizioni di responsabile e direttore di un laboratorio di ricerca e sviluppo richiedono inoltre capacità gestionali, autonomia e assunzione di responsabilità insieme ad una buona competenza nell'uso delle attuali tecnologie informatiche e dell'inglese.</p>
<p><b>sbocchi occupazionali:</b>  questa figura lavorativa può trovare impiego in ambienti di lavoro che richiedano un'alta qualificazione come laboratori di ricerca e sviluppo di aziende private chimiche, chimico-farmaceutiche, petrolchimiche, cosmetiche, alimentari, di materie plastiche, formulati, coloranti, detersivi, colle o operanti in campo ambientale.</p>
<b>Direttore/Conduttore di impianti chimici</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b>  il Conduttore di impianti chimici è la figura professionale che all'interno di una industria chimica assicura, direttamente e attraverso le strutture dei servizi, la gestione degli impianti produttivi, il livello di efficienza e la disponibilità degli impianti necessari per consentire il raggiungimento degli obiettivi in termini di volume produttivo, di costo di produzione, di livello qualitativo, di sicurezza del lavoro e di protezione ambientale. In particolare: gestisce l'andamento delle fasi di lavorazione, dalla preparazione al dosaggio; controlla le diverse fasi del prodotto in lavorazione; si occupa del carico e scarico delle materie prime e dei prodotti finiti; esegue la diagnosi di guasti e anomalie di funzionamento degli impianti ed inoltre si occupa dei processi di trattamento ed eliminazione dei reflui secondo la normativa vigente.</p>
<p><b>competenze associate alla funzione:</b>  questa figura professionale deve possedere una conoscenza specialistica della chimica industriale, dell'impiantistica e dei problemi legati ai prodotti, alle materie prime ed ai processi. Conosce le problematiche e le metodiche legate al controllo qualità, ha una buona conoscenza delle norme e delle procedure di sicurezza per la gestione degli impianti, anche di quelli automatizzati. La posizione di direttore di impianti richiede inoltre capacità gestionali, relazionali, di autonomia e assunzione di responsabilità insieme ad una buona competenza nell'uso delle attuali tecnologie informatiche e dell'inglese.</p>
<p><b>sbocchi occupazionali:</b>  il Direttore/Conduttore di impianti chimici trova impiego in ambienti di lavoro che richiedano un'alta qualificazione presso impianti produttivi di aziende private chimiche, chimico-farmaceutiche, petrolchimiche, cosmetiche, alimentari, di materie plastiche, formulati, coloranti, detersivi, additivi per l'edilizia.</p>
<b>Direttore di produzione</b>
<p><b>funzione in un contesto di lavoro:</b>  il Direttore di produzione 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><b>competenze associate alla funzione:</b>  questa figura professionale deve possedere conoscenze di chimica industriale e dei problemi legati alle procedure e tecniche di produzione di beni e servizi (prodotti chimici, materie prime, processi). Deve essere inoltre esperta nel controllo qualità e possedere buone conoscenze delle norme e delle procedure di sicurezza e sostenibilità ambientale, da applicarsi all'interno dei reparti di</p>

produzione. Sono inoltre richieste capacità di gestione degli impianti, nonché abilità che permettono di interagire in modo efficace con gli altri. Infine, la figura professionale richiede buona competenza nell'uso delle attuali tecnologie informatiche e della lingua inglese.

**sbocchi occupazionali:**

il Direttore di produzione può trovare impiego in ambienti di lavoro che richiedano un'alta qualificazione presso aziende private chimiche, chimico-farmaceutiche, petrolchimiche, cosmetiche, alimentari, di materie plastiche, formulati, coloranti, detersivi, materiali per l'edilizia.

**Informatore e divulgatore scientifico**

**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 quella di proporre l'adozione di specifici prodotti, sviluppare l'attività di informazione scientifica presso le aziende interessate per assicurarne il corretto impiego.

**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, dell'informatica e la capacità di comunicare completano questo profilo professionale.

**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.

**Sustainability manager**

**funzione in un contesto di lavoro:**

questo laureato utilizza le competenze acquisite per analizzare l'impronta di sostenibilità dei processi produttivi, per individuare gli spunti di miglioramento nel rispetto dei vincoli di processo e delle norme legislative. La funzione del professionista è anche la redazione del piano di sostenibilità e la sua implementazione nella logica produttiva aziendale, in ottica di miglioramento continuo.

**competenze associate alla funzione:**

le competenze necessarie al sustainability manager nell'espletamento del suo lavoro sono costituite non solo dalle conoscenze scientifiche di base, ma anche dalla capacità di comprendere l'organizzazione del flusso di lavoro, delle esigenze e vincoli produttivi, degli schemi d'impianto. In particolare, deve avere: buone conoscenze della logica di funzionamento di processi ed impianti chimici e delle metriche di quantificazione della sostenibilità ambientale ed economica di processi ed impianti chimici. La conoscenza dell'inglese tecnico, dell'informatica e la capacità di comunicare completano questo profilo professionale.

**sbocchi occupazionali:**

il sustainability manager 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 manifatturiero e/o per enti ed istituti di ricerca pubblici o privati.

**Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

- Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze chimiche e farmaceutiche - (2.6.2.1.3)
- Chimici informatori e divulgatori - (2.1.1.2.2)
- Chimici e professioni assimilate - (2.1.1.2.1)
- Docenti universitari in scienze chimiche e farmaceutiche - (2.6.1.1.3)

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.**

**Attività caratterizzanti**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline chimiche	CHIM/01 Chimica analitica CHIM/02 Chimica fisica CHIM/03 Chimica generale ed inorganica CHIM/06 Chimica organica	15	30	-
Discipline chimiche industriali	CHIM/04 Chimica industriale CHIM/05 Scienza e tecnologia dei materiali polimerici	15	30	<b>12</b>
Discipline ambientali, biotecnologiche, industriali, tecnologiche ed economiche	CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie CHIM/08 Chimica farmaceutica CHIM/09 Farmaceutico tecnologico applicativo CHIM/11 Chimica e biotecnologia delle fermentazioni CHIM/12 Chimica dell'ambiente e dei beni culturali ICAR/03 Ingegneria sanitaria - ambientale ING-IND/21 Metallurgia ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/23 Chimica fisica applicata ING-IND/25 Impianti chimici ING-IND/26 Teoria dello sviluppo dei processi chimici ING-IND/35 Ingegneria economico-gestionale SECS-P/01 Economia politica SECS-P/06 Economia applicata SECS-P/07 Economia aziendale SECS-P/08 Economia e gestione delle imprese SECS-P/13 Scienze merceologiche	6	12	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 48:</b>		-		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	48 - 72
--	---------

**Attività affini**

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	12	12	<b>12</b>

<b>Totale Attività Affini</b>	12 - 12
-------------------------------	---------



### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale		24	24
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	15	15
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
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		51 - 57	

### Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	120
Range CFU totali del corso	111 - 141

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

#### Note relative alle altre attività

Per le studentesse e gli studenti internazionali, è vivamente consigliata l'acquisizione di competenze in lingua italiana, necessarie agli sbocchi occupazionali e professionali, tra quelli previsti per il CdS, limitatamente al contesto nazionale italiano. Purché coerente con gli obiettivi formativi e gli sbocchi professionali del percorso formativo, dunque, il conseguimento di 3 cfu di "conoscenze linguistiche aggiuntive" tramite l'accertamento di lingua italiana (Additional language skills: Italian) diviene una opzione facoltativa, anche per gli studenti internazionali, rispetto ad altre attività a scelta dello studente. Le studentesse e gli studenti internazionali potranno sostenere un test di posizionamento (di livello A2) e, in caso di non superamento, frequentare un corso di italiano (di livello A2) e superare il relativo test finale.

#### Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 22/04/2025