

Università	Università degli Studi di BERGAMO
Classe	L-9 - Ingegneria industriale
Nome del corso in italiano	Ingegneria delle tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale <i>adeguamento di: Ingegneria delle tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale (1421300)</i>
Nome del corso in inglese	Engineering for Sustainable Energy and Environmental Technology
Lingua in cui si tiene il corso	italiano
Codice interno all'ateneo del corso	
Data di approvazione della struttura didattica	07/02/2023
Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione	10/02/2023
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	21/10/2022 - 31/10/2022
Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento	16/12/2022
Modalità di svolgimento	a. Corso di studio convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	
Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi	Ingegneria e Scienze Applicate
EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi	
Massimo numero di crediti riconoscibili	12 DM 16/3/2007 Art 4 Nota 1063 del 29/04/2011
Corsi della medesima classe	<ul style="list-style-type: none"> • Ingegneria Gestionale • Ingegneria delle tecnologie per la salute • Ingegneria meccanica
Numero del gruppo di affinità	2
Data della delibera del senato accademico relativa ai gruppi di affinità della classe	19/12/2022

Obiettivi formativi qualificanti della classe: L-9 Ingegneria industriale

I laureati nei corsi di laurea della classe devono:

- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria;
- conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli di una specifica area dell'ingegneria industriale, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere i problemi utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati;
- essere capaci di utilizzare tecniche e strumenti per la progettazione di componenti, sistemi, processi;
- essere capaci di condurre esperimenti e di analizzarne ed interpretarne i dati;
- essere capaci di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale;
- conoscere le proprie responsabilità professionali ed etiche;
- conoscere i contesti aziendali ed e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi;
- conoscere i contesti contemporanei;
- avere capacità relazionali e decisionali;
- essere capaci di comunicare efficacemente, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano;
- possedere gli strumenti cognitivi di base per l'aggiornamento continuo delle proprie conoscenze.

I laureati della classe saranno in possesso di conoscenze idonee a svolgere attività professionali in diversi ambiti, anche concorrendo ad attività quali la progettazione, la produzione, la gestione ed organizzazione, l'assistenza delle strutture tecnico-commerciali, l'analisi del rischio, la gestione della sicurezza in fase di prevenzione ed emergenza, sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche. In particolare, le professionalità dei laureati della classe potranno essere definite in rapporto ai diversi ambiti applicativi tipici della classe. A tal scopo i curricula dei corsi di laurea della classe si potranno differenziare tra loro, al fine di approfondire distinti ambiti applicativi.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea della classe sono:

- area dell'ingegneria aerospaziale: industrie aeronautiche e spaziali; enti pubblici e privati per la sperimentazione in campo aerospaziale; aziende di trasporto aereo; enti per la gestione del traffico aereo; aeronautica militare e settori aeronautici di altre armi; industrie per la produzione di macchine ed apparecchiature dove sono rilevanti l'aerodinamica e le strutture leggere;
- area dell'ingegneria dell'automazione: imprese elettroniche, elettromeccaniche, spaziali, chimiche, aeronautiche in cui sono sviluppate funzioni di dimensionamento e realizzazione di architetture complesse, di sistemi automatici, di processi e di impianti per l'automazione che integrino componenti informatici, apparati di misure, trasmissione ed attuazione;
- area dell'ingegneria biomedica: industrie del settore biomedico e farmaceutico produttrici e fornitrici di sistemi, apparecchiature e materiali per diagnosi, cura e riabilitazione; aziende ospedaliere pubbliche e private; società di servizi per la gestione di apparecchiature ed impianti medicali, di telemedicina; laboratori specializzati;
- area dell'ingegneria chimica: industrie chimiche, alimentari, farmaceutiche e di processo; aziende di produzione, trasformazione, trasporto e conservazione di sostanze e materiali; laboratori industriali; strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza;
- area dell'ingegneria elettrica: industrie per la produzione di apparecchiature e macchinari elettrici e sistemi elettronici di potenza, per l'automazione industriale e la robotica; imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica; imprese ed enti per la progettazione, la pianificazione, l'esercizio ed il controllo di sistemi elettrici per l'energia e di impianti e reti per i sistemi elettrici di trasporto e per la produzione e gestione di beni e servizi automatizzati;

- area dell'ingegneria energetica: aziende municipali di servizi; enti pubblici e privati operanti nel settore dell'approvvigionamento energetico; aziende produttrici di componenti di impianti elettrici e termotecnici; studi di progettazione in campo energetico; aziende ed enti civili e industriali in cui è richiesta la figura del responsabile dell'energia;
- area dell'ingegneria gestionale: imprese manifatturiere; imprese di servizi e pubblica amministrazione per l'approvvigionamento e la gestione dei materiali, per l'organizzazione aziendale e della produzione, per l'organizzazione e l'automazione dei sistemi produttivi, per la logistica, per il project management ed il controllo di gestione, per l'analisi di settori industriali, per la valutazione degli investimenti, per il marketing industriale;
- area dell'ingegneria dei materiali: aziende per la produzione e trasformazione dei materiali metallici, polimerici, ceramici, vetrosi e compositi, per applicazioni nei campi chimico, meccanico, elettrico, elettronico, delle telecomunicazioni, dell'energia, dell'edilizia, dei trasporti, biomedico, ambientale e dei beni culturali; laboratori industriali e centri di ricerca e sviluppo di aziende ed enti pubblici e privati;
- area dell'ingegneria meccanica: industrie meccaniche ed elettromeccaniche; aziende ed enti per la conversione dell'energia; imprese impiantistiche; industrie per l'automazione e la robotica; imprese manifatturiere in generale per la produzione, l'installazione ed il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione, sistemi complessi;
- area dell'ingegneria navale: cantieri di costruzione di navi, imbarcazioni e mezzi marini, industrie per lo sfruttamento delle risorse marine; compagnie di navigazione; istituti di classificazione ed enti di sorveglianza; corpi tecnici della Marina Militare; studi professionali di progettazione e peritali; istituti di ricerca;
- area dell'ingegneria nucleare: imprese per la produzione di energia elettronucleare; aziende per l'analisi di sicurezza e d'impatto ambientale di installazioni ad alta pericolosità; società per la disattivazione di impianti nucleari e lo smaltimento dei rifiuti radioattivi; imprese per la progettazione di generatori per uso medico;
- area dell'ingegneria della sicurezza e protezione industriale: ambienti, laboratori e impianti industriali, luoghi di lavoro, enti locali, enti pubblici e privati in cui sviluppare attività di prevenzione e di gestione della sicurezza e in cui ricoprire i profili di responsabilità previsti dalla normativa attuale per la verifica delle condizioni di sicurezza (leggi 494/96, 626/94, 195/03, 818/84, UNI 10459).

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

Le principali parti interessate ai profili culturali/professionali in uscita saranno le aziende del territorio, i professionisti e gli uffici tecnici degli enti territoriali. La Commissione incaricata dal Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate di disegnare il nuovo CdS, durante l'elaborazione del progetto, ha coinvolto e consultato le principali associazioni di rappresentanza del mondo della produzione, dei servizi e delle professioni attraverso incontri collettivi ed individuali, anche informali, al fine di delineare la figura professionale in uscita dal corso che meglio rispondesse alle loro esigenze presenti e future.

Nello specifico, le consultazioni sono state avviate il 3 maggio 2021; in occasione dell'iniziativa di Public Engagement "Bergamo Next Level", organizzata dall'Università di Bergamo, è stato organizzato un workshop telematico sui temi della transizione energetica, della decarbonizzazione e dell'idrogeno, al quale hanno partecipato i rappresentanti degli ordini professionali della provincia di Bergamo, di Confindustria Bergamo, di Confartigianato Bergamo, dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE) di Bergamo, del Fraunhofer Institute for Industrial Engineering di Stoccarda, di ENEA, del CNR-STIIMA, del Lombardy Energy Cluster, del Cluster Tecnologico Nazionale Energia (CTNE), oltre a rappresentanti delle principali aziende operanti sul territorio nazionale, quali Schneider Electric, ABB, A2A Calore & Servizi, Tenaris, SIAD, Tenova. Il dialogo con il territorio è proseguito nel 2022, attraverso l'organizzazione di un secondo workshop, sempre all'interno dell'iniziativa Bergamo Next Level, focalizzato sulle energie rinnovabili e lo sviluppo urbano. Alla tavola rotonda, svoltasi in modalità mista il 16 maggio 2022, hanno partecipato gli ordini professionali della provincia di Bergamo, Confindustria Bergamo, Confartigianato Bergamo, ANCE Bergamo, ASCOM, ENEA, Lombardy Energy Cluster, CTNE, SEI – Servizi Energetici Integrati, Ceress s.r.l., Ecoistituto REGE, GBC Italia, e i rappresentanti del Comune e della Provincia di Bergamo.

Una sintesi di quanto discusso in entrambi i workshop è riportata nel documento allegato. Da questi incontri è emersa l'importanza dei temi energetici e ambientali all'interno di tutti i settori coinvolti, e l'esigenza da parte del tessuto produttivo del territorio di una figura tecnica in grado di gestire i cambiamenti che si produrranno nel prossimo futuro in merito alla produzione e gestione dell'energia e che sia inoltre in grado di valutare l'impatto dei propri processi sull'ambiente e sull'ecosistema, esigenza alla quale vuole dare risposta il progetto del CdS in Ingegneria delle Tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale.

Per la realizzazione del progetto, sono stati analizzati gli studi di settore, quali i dati pubblicati dal Sistema Informativo Excelsior di Unioncamere e da Almalaurea. I dati pubblicati nel 2021 dal Sistema Informativo Excelsior Unioncamere indicano un fabbisogno di 42.000 ingegneri industriali, in particolare in Lombardia dove il 51% delle imprese segnala difficoltà nel reclutamento di ingegneri industriali che abbiano contemporaneamente elevate competenze legate al risparmio energetico e alla sostenibilità ambientale ed un livello elevato di competenze digitali. Queste figure multidisciplinari non sono attualmente presenti nelle Università del territorio lombardo, poiché i corsi di studio erogati nella classe L9 sono generalmente indirizzati su un solo settore, quale il settore elettrico, energetico o ambientale; allo stesso modo non sono pienamente corrisposte dai CdS della classe L9 presenti all'Università di Bergamo, poiché il corso di Ingegneria meccanica è volto maggiormente alla progettazione e alla produzione, quello in ingegneria gestionale alla gestione dell'azienda e dei processi e quello in ingegneria delle tecnologie della salute in ambito biomedicale. Per questo motivo, questo CdS, a carattere fortemente interdisciplinare, è stato progettato per rispondere alla crescente necessità delle imprese di disporre di ingegneri con competenze interdisciplinari ed una qualifica professionale multiculturale imposta da sistemi economici, produttivi, energetici sempre più digitalizzati ed interconnessi.

Appena è stato declinato, il progetto formativo è stato presentato al Gruppo Energia di Confindustria Bergamo, che raccoglie le principali aziende del comparto energivoro sul territorio, in un incontro tenutosi il 21 ottobre 2022 presso la sede di Confindustria Bergamo. Durante tale incontro, i rappresentanti industriali presenti, oltre a manifestare un forte interesse verso questa nuova figura interdisciplinare, hanno anche dato preziosi consigli su come completare la formazione degli studenti che frequenteranno il costituendo CdS.

Un secondo incontro si è tenuto il 31 ottobre 2022 presso il Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate dell'Università di Bergamo, durante il quale il progetto formativo aggiornato è stato presentato al Presidente dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo.

In entrambe le occasioni si è svolta una proficua discussione in merito al profilo professionale, agli sbocchi occupazionali e alle opportunità di coinvolgimento delle aziende e dei professionisti nelle attività formative. Tutte le parti interessate hanno apprezzato l'impostazione multidisciplinare del nuovo CdS, rimarcando la necessità di una figura professionale in grado di affrontare a tutto tondo tematiche connesse al risparmio energetico e alla riduzione dell'impatto ambientale. In particolare, tra i principali punti rilevati dalle consultazioni con le parti interessate è emersa la volontà di costruire un gruppo di riferimento misto università – aziende, che aiuti a dare le curvature al corso che meglio interpretino le esigenze industriali e innestare nei corsi dei momenti di formazione alternativi, come visite didattiche, tirocini e seminari tenuti da esperti aziendali. I presenti si sono anche offerti di dare visibilità al nuovo corso di laurea all'interno delle loro organizzazioni, in modo da favorirne la conoscenza da parte delle famiglie dei potenziali studenti. È stato infine offerto supporto per la progettazione di un'eventuale laurea magistrale che dovrebbe essere attivata nel prossimo biennio, a completamento dell'offerta formativa nel settore.

I consigli emersi nei due incontri sono stati recepiti e integrati nel progetto per meglio adattarlo alle esigenze manifestate. In allegato sono riportati i verbali di entrambi gli incontri, da cui si evince il forte coinvolgimento delle parti interessate, che non si esaurirà nella fase progettuale, ma continuerà nel tempo.

Vedi allegato

Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento

ESTRATTO DAL VERBALE N. 5 DEL COMITATO REGIONALE DI COORDINAMENTO DELLE UNIVERSITÀ LOMBARDE

Il giorno 16 dicembre 2022, alle ore 14.30, si è riunito presso la sala di Rappresentanza dell'Università degli Studi di Milano – via Festa del Perdono, 7 – il Comitato regionale di coordinamento delle Università lombarde.

OMISSIS

Il Presidente informa che entro lunedì 12 dicembre nove Atenei (Milano, Bergamo, Brescia, Cattolica, Bocconi, Milano-Bicocca, Pavia, Insubria e Humanitas) hanno inserito sul sito Unimibox (gruppo CRUL) le proposte di nuove iniziative didattiche, corredate dei pertinenti documenti, affinché tutti i componenti del Comitato potessero prenderne visione.

Dopo aver precisato che nel complesso sono stati depositati ben 36 progetti di nuovi corsi di studio, per due terzi di secondo livello, il Presidente invita nell'ordine i Rettori Cavalieri e Castelli, il prof. Marseguerra, il Rettore Billari, il prof. Casiraghi, i Rettori Svelto, Tagliabue e Montorsi a presentare le rispettive proposte, riservandosi l'ultimo intervento.

Pertanto i proponenti illustrano brevemente i progetti predisposti dai rispettivi Atenei, mettendo in rilievo le caratteristiche principali, gli obiettivi formativi specifici e le peculiarità dei corsi di studio rispetto all'offerta formativa già erogata, in particolare nel territorio lombardo

Università degli Studi di Bergamo

- Corso di laurea in Ingegneria delle tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale (classe L-9)

Il corso nasce come risposta all'esigenza espressa dal mondo industriale e professionale, nonché da quello di associazioni ed enti, di disporre di figure con competenze tecniche trasversali, legate al risparmio energetico e alla sostenibilità ambientale, e con elevate competenze digitali. Per raggiungere questi obiettivi la preparazione deve unire alle specifiche competenze tecniche una solida formazione nelle materie di base, quali le scienze matematiche, chimiche e fisiche, e una visione di contesto. In questo quadro il corso si propone come un percorso altamente multidisciplinare, che affronta tematiche relative agli ambiti dell'ingegneria energetica, elettrica e chimica, affiancate da solide basi in ambito digitale e conoscenze nel settore della gestione e della manutenzione di macchine e impianti. Per inquadrare le tematiche energetiche e ambientali nel contesto dei cambiamenti climatici e socio-economici in atto, la formazione tecnico-scientifica si completerà con conoscenze relative all'ecologia, ai cambiamenti climatici, alla giurisprudenza in materia di tutela dell'ambiente e della salute, all'approccio LCA (life cycle assessment) e all'economia applicata al contesto energetico.

OMISSIS

In conclusione il Comitato, presa visione dell'ampia documentazione prodotta dagli Atenei interessati e udite le presentazioni svolte dai proponenti, all'unanimità esprime

PARERE FAVOREVOLE

all'istituzione, per l'anno accademico 2023/2024, dei seguenti corsi di studio:

a) Università degli Studi di Bergamo

- Corso di laurea in Ingegneria delle tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale (classe L-9);

OMISSIS

Vedi allegato

Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo

Obiettivo del corso di Laurea è la formazione di tecnici che possiedano una solida preparazione nelle discipline di base relative alle scienze matematiche, fisiche e chimiche, ed una formazione ingegneristica sia di base sia indirizzata all'ingegneria energetica, elettrica e chimica, con in aggiunta nozioni di informatica ed elettronica e di natura etico/giuridica/ambientale.

Il percorso di studio fornirà al laureato la capacità di affrontare problemi singolari e ricorrenti, riguardanti:

- l'utilizzo di tecnologie pulite adeguate alle esigenze future e ad accelerare lo sviluppo e l'uso delle energie rinnovabili e dell'idrogeno;
- la progettazione e realizzazione di interventi in materia di efficienza energetica nell'industria e nei servizi;
- la progettazione e realizzazione di interventi mirati a promuovere un'economia circolare;
- la progettazione e realizzazione di interventi per migliorare i processi industriali, in particolare per la riduzione dell'inquinamento.

Il corso di studi considera tre principali ambiti disciplinari (l'ingegneria elettrica, l'ingegneria energetica e l'ingegneria chimica) a cui si affiancano altre 3 aree di apprendimento cui concorrono i singoli insegnamenti come di seguito riportato.

AREA SCIENTIFICA DI BASE: Lo scopo è quello di fornire una cultura scientifica di base nei campi della matematica, della fisica e della chimica.

AREA DELLE DISCIPLINE PER LA SOSTENIBILITÀ: Lo scopo è fornire conoscenze relative all'impatto che le azioni antropiche hanno sul clima e sul pianeta, quali l'ecologia e la fisica dei cambiamenti climatici, al contesto economico e giuridico del settore energetico e ambientale, e agli strumenti necessari ad affrontare i temi della sostenibilità attraverso un approccio olistico (LCA).

AREA INGEGNERIA GENERALE E DELL'INFORMAZIONE: Lo scopo è fornire competenze di stampo ingegneristico in grado di completare le competenze tecniche e scientifiche in diversi ambiti di interesse: dalla fluidodinamica alla meccanica dei solidi, alla gestione e manutenzione nel settore energetico e nel comparto industriale energivoro. Ulteriore scopo è quello di fornire competenze tecniche e scientifiche nel settore digitale, quali automazione, informatica ed elettronica.

AREA INGEGNERIA ENERGETICA: Lo scopo è fornire competenze tecniche relativamente ai sistemi di conversione dell'energia, alla fisica tecnica e alle macchine a fluido.

AREA INGEGNERIA ELETTRICA: Lo scopo è fornire competenze tecniche relativamente alle tecnologie e alle misure elettriche per l'energia, agli azionamenti, ai convertitori, alle macchine e reti elettriche.

AREA INGEGNERIA CHIMICA: Lo scopo è fornire competenze tecniche relativamente alla scienza e tecnologia dei materiali e all'impiantistica chimica.

Percorso formativo

Il percorso formativo si articola su tre anni:

- il primo anno è dedicato alle materie di base (matematica, fisica e chimica) integrate dalla scienza e tecnologia dei materiali e dall'informatica, e ai corsi relativi agli aspetti giuridici, economici ed ecologici, che permetteranno allo studente di allargare le proprie competenze, in un'ottica multidisciplinare, con un approccio olistico.
- nel secondo anno si completerà la formazione di base di matematica e fisica, a cui si aggiungeranno alcune materie tipiche dell'ingegneria industriale e dell'informazione, entrando poi più in dettaglio negli aspetti energetici ed elettrici.
- il terzo anno è dedicato al completamento della formazione della figura dell'ingegnere di primo livello attraverso l'acquisizione di capacità di analisi e progettuali nell'ambito delle macchine, dei sistemi e dei processi chimici per l'energia e l'ambiente, a cui si affiancano conoscenze relative alla gestione e manutenzione industriale.

Descrizione sintetica delle attività affini e integrative

Le attività affini e integrative si affiancano alle attività di base/caratterizzanti del corso e riguardano settori scientifico-disciplinari e competenze utili per completare il raggiungimento degli obiettivi formativi specifici del corso, in particolare riguardo all'obiettivo di conoscere e saper comprendere le tecnologie digitali, alcuni aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, i contesti aziendali e la cultura d'impresa nei suoi aspetti economici, gestionali e organizzativi, oltre all'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e ambientale.

Le attività affini nell'ambito dell'ingegneria industriale (come la fluidodinamica, gli impianti meccanici e l'ingegneria gestionale) e civile (come la scienza delle costruzioni) concorrono alla formazione di un profilo culturale e professionale multidisciplinare che coniuga le competenze tecniche in materia di sostenibilità energetica e ambientale con le competenze dell'ingegneria ad ampio spettro.

Le attività integrative e affini dell'ambito dell'ingegneria dell'informazione (come l'automatica, l'informatica e l'elettronica) consentono di integrare le conoscenze dello studente in relazione all'utilizzo dell'elettronica e dei sensori, ai sistemi di controllo e all'elaborazione dei dati.

Le attività affini nell'ambito della fisica del clima, della biologia e della statistica consentono allo studente di completare le sue conoscenze sui temi legati ai cambiamenti climatici, a come valutarli e all'impatto che essi hanno sul pianeta e sul processo di progressiva decarbonizzazione dell'economia in cui operano le imprese.

Le attività affini nell'ambito della giurisprudenza, dell'area medica e di economia forniscono le conoscenze in materia di tutela dell'ambiente e della salute, e gli strumenti per l'analisi degli indicatori economici del sistema elettrico e lo studio del Ciclo di Vita.

Tutte le attività affini, inoltre, contribuiscono all'obiettivo di raggiungere un'autonomia di giudizio, in quanto forniscono informazioni aggiuntive utili a conseguire una maggiore consapevolezza, oltre a supportare la capacità di saper prendere iniziative e decisioni tenendo conto dei vari aspetti di interesse, non solo tecnologici.

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

Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

Il laureato di primo livello in Ingegneria delle Tecnologie per la Sostenibilità Energetica e Ambientale conosce e comprende gli aspetti metodologico-operativi della matematica, della fisica e delle altre scienze di base al fine di interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria. Egli, inoltre, dimostra di conoscere adeguatamente gli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente all'area dell'ingegneria energetica, elettrica e chimica. Nel campo specifico dell'Ingegneria Energetica, egli comprende i principi base della trasmissione del calore e della termodinamica tecnica, delle macchine a fluido per la produzione ed utilizzo industriale dell'energia, dei sistemi energetici e del loro impatto ambientale, ed acquisisce le competenze essenziali alla loro scelta, gestione ed esercizio. Nel campo specifico dell'Ingegneria Elettrica, egli comprende i principi base del funzionamento dei circuiti elettrici, delle macchine elettriche e delle reti, ed acquisisce le competenze essenziali alla loro scelta, gestione ed esercizio. Nel campo specifico dell'Ingegneria Chimica, egli comprende i principi alla base della scelta dei materiali e i processi e le tecnologie per il contenimento delle emissioni di sostanze inquinanti e clima alteranti, ed acquisisce le competenze essenziali alla loro scelta, gestione ed esercizio. Le conoscenze e la capacità di comprensione sono conseguite dagli studenti attraverso lezioni frontali in aula e attività di esercitazione guidata e autonoma. Le modalità di verifica delle conoscenze e capacità di comprensione si articolano in diverse modalità che includono il colloquio orale, la prova scritta, lo sviluppo di elaborati e la successiva esposizione in sede d'esame, a seconda delle specificità dei temi trattati nei diversi insegnamenti.

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

Il laureato di primo livello in Ingegneria delle Tecnologie per la Sostenibilità Energetica e Ambientale acquisisce e sviluppa capacità di applicare le conoscenze di base all'apprendimento delle materie più prettamente orientate al proprio percorso di studi ed in generale alla risoluzione di problemi di natura multidisciplinare.

Al termine del percorso di studi, gli studenti sono in grado di:

- utilizzare tecnologie pulite adeguate alle esigenze future ed accelerare lo sviluppo e l'uso delle energie rinnovabili e dell'idrogeno;
- progettare e realizzare interventi in materia di efficienza energetica nell'industria e nei servizi;
- promuovere un'economia circolare per la prevenzione e il riciclo dei rifiuti, il riutilizzo e la rigenerazione delle materie prime in tutti i settori.
- migliorare le infrastrutture e i processi industriali, in particolare per la gestione dei rifiuti e delle acque e la riduzione dell'inquinamento.

Lo sviluppo della capacità di applicare conoscenza e comprensione viene stimolato e verificato attraverso la realizzazione di elaborati (individuali o di gruppo) che prevedono la discussione di casi e problemi ai quali gli studenti sono chiamati a fornire una soluzione applicando le conoscenze e competenze acquisite.

Lo sviluppo dell'elaborato relativo alla prova finale rappresenta un ulteriore momento di verifica delle capacità acquisite.

Autonomia di giudizio (making judgements)

Coerentemente con le capacità di analisi acquisite, il laureato è in grado di valutare autonomamente sistemi di media complessità nell'ambito dell'Ingegneria delle tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale. Il corso di laurea contribuirà allo sviluppo di un'opportuna autonomia di giudizio con riferimento alla valutazione delle tecnologie e delle soluzioni adottate per il risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale. Sarà in grado di individuare e raccogliere informazioni aggiuntive per conseguire una maggiore consapevolezza e avrà la capacità di saper prendere iniziative e decisioni tenendo conto dei vari aspetti di interesse.

Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato sa comunicare con tecnici ed esperti con proprietà di linguaggio e padronanza dei dialetti tecnici, nella propria lingua. La conoscenza della lingua inglese è requisito indispensabile per il conseguimento della laurea per cui il laureato è in grado di comunicare anche in inglese su problematiche di carattere tecnico; è in grado di comprendere ed elaborare testi in lingua inglese di media difficoltà. In molti insegnamenti viene fornito allo studente parte del materiale didattico di supporto ai corsi in lingua inglese, con il duplice obiettivo di rafforzare la conoscenza della terminologia tecnica e favorire l'acquisizione e la padronanza degli strumenti linguistici.

Capacità di apprendimento (learning skills)

Il laureato possiede le capacità di apprendimento che sono necessarie ai fini di un continuo aggiornamento nell'ambito della sostenibilità energetica e ambientale. Sa attingere a diverse fonti bibliografiche, sia in italiano che in lingua inglese, al fine di acquisire nuove competenze. Possiede la capacità di apprendimento necessaria ad intraprendere studi successivi, come corsi di laurea magistrale.

Le abilità sono maturate lungo tutto il percorso formativo; contribuiscono allo scopo le modalità di accertamento e valutazione della preparazione dello studente, che prevedono nella maggioranza dei casi a valle di una prova scritta, una prova orale durante la quale vengono valutate, oltre alle conoscenze acquisite dallo studente, anche la sua capacità di comunicarle con chiarezza e precisione.

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 superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. È inoltre richiesta la capacità di comunicare efficacemente in forma scritta e orale in lingua inglese.

La preparazione iniziale degli studenti sarà verificata attraverso un test, secondo le modalità previste nel quadro A3.b. La verifica della preparazione iniziale riguarda la matematica, la logica, le scienze, la comprensione verbale e l'inglese.

Gli eventuali obblighi formativi (OFA) derivanti da carenze nelle predette conoscenze dovranno essere colmati nel primo anno di corso, secondo le modalità previste.

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

La prova finale consiste nella preparazione e discussione di un elaborato redatto in modo autonomo dallo studente nell'ambito di alcuni insegnamenti caratterizzanti. È possibile anche svolgere e discutere una relazione relativa ad attività di laboratorio. In entrambi i casi le attività sono svolte con la guida di un docente relatore.

È possibile redigere e discutere la prova finale in lingua straniera, previo accordo con il docente preposto.

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

La proposta di istituzione del presente CdS nella Classe L 9 in affiancamento agli attuali corsi di laurea in Ingegneria meccanica, gestionale e tecnologie per la salute nasce dall'attenta lettura del programma Next Generation EU, che ha messo al centro delle politiche europee la transizione verde e digitale, per rendere le nostre economie sostenibili e resilienti. Il tema della transizione verde punta sull'elettificazione dei consumi finali e l'utilizzo dell'idrogeno,

come vettore energetico, oltre che sullo sviluppo di un trasporto locale più sostenibile e sull'efficientamento degli edifici e dei processi industriali. Tutto al fine di rispettare gli impegni presi dai paesi UE circa l'aumento della produzione da Fonti Energetiche Rinnovabili (FER), la riduzione dei consumi in tutti gli ambiti (civile, industriale, trasporti) e la riduzione delle emissioni di gas clima alteranti al 2030, step intermedio che porterà il nostro continente alla piena decarbonizzazione nel 2050.

In questo contesto in veloce trasformazione, fortemente influenzato dalla fragilità negli equilibri geopolitici internazionali, il CdS nasce come risposta all'esigenza espressa dal mondo delle professioni e del tessuto industriale del territorio (rilevata attraverso la consultazione formale ed informale delle parti interessate), di disporre di figure con competenze tecniche trasversali legate al risparmio energetico e alla sostenibilità ambientale, e con elevate competenze digitali.

Da qui nasce la proposta del presente CdS, che è stato progettato per formare una figura professionale diversa da quella dei laureati in ingegneria meccanica, gestionale o delle tecnologie per la salute, una figura dalle competenze spiccatamente multidisciplinari che ricadono a cavallo dei mondi dell'ingegneria energetica, elettrica e chimica, affiancate da solide basi in ambito digitale e conoscenze nel settore della gestione e della manutenzione di macchine e impianti.

Il corso di laurea in Ingegneria delle Tecnologie per la sostenibilità energetica e ambientale è il quarto che verrà attivato nella classe L-9 presso l'Università di Bergamo, dove sono già erogati i corsi di Ingegneria Meccanica, Ingegneria Gestionale e Ingegneria delle Tecnologie per la salute. Viste le specificità di questo nuovo progetto, altamente multidisciplinare, nella sua attivazione verrà applicata la modalità dei Gruppi di affinità individuali, che meglio consente di profilare questa nuova laurea. Questa scelta ha consentito di sviluppare il progetto formativo in piena autonomia rispetto alle lauree esistenti, in coerenza con gli obiettivi specifici dell'ambito in cui si muove, quello della sostenibilità energetica e ambientale, oltre che con quanto emerso dalle consultazioni con le parti interessate.

Gli elementi distintivi di maggior caratterizzazione del CdS in Ingegneria delle Tecnologie per la Sostenibilità Energetica e Ambientale sono:

- 1) Il dialogo fra tre ambiti disciplinari differenti (ingegneria energetica, ingegneria elettrica e ingegneria chimica) e fondamentali per affrontare il tema della sostenibilità energetica e ambientale da un punto di vista tecnologico completo.
- 2) L'allargamento dello sguardo a differenti punti di vista, oltre a quelli puramente tecnologici, attraverso insegnamenti che collocano le tecnologie all'interno del contesto socio-economico-giuridico e della scienza del cambiamento climatico.
- 3) L'enfasi sulla dimensione digitale dei processi e dei sistemi industriali attraverso insegnamenti nelle discipline dell'elettronica, dell'automatica e dell'informatica.

La proposta formativa non risulta quindi sovrapposta, ma, al contrario, è complementare a quella degli altri CdS in Ingegneria industriale preesistenti, ampliando quindi l'offerta formativa attuale e le possibilità di scelta per gli studenti.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati
Ingegnere junior delle Tecnologie per la Sostenibilità Energetica e Ambientale
funzione in un contesto di lavoro: L'ingegnere junior contribuisce al progetto e sviluppo di soluzioni che possano rendere energeticamente più efficienti i sistemi produttivi e ridurre l'impatto ambientale. Il dominio di applicazione spazia dal manager dell'energia, all'esperto delle energie rinnovabili, alla figura in grado di valutare l'impatto ambientale dei processi e delle tecnologie e capace di implementare misure per il suo contenimento. La competenza cruciale è la buona comprensione delle problematiche relative a tutti gli aspetti, elettrico, chimico ed energetico, che caratterizzano il mondo industriale, specialmente quello ad alta intensità energetica.
competenze associate alla funzione: Le principali competenze fornite e utilizzabili nei primi anni di impiego riguardano: <ul style="list-style-type: none">- metodologie e strumenti per la valutazione dei consumi energetici e delle emissioni;- progetto ed esecuzione di interventi di risparmio energetico e riduzione dell'impatto ambientale;- metodologie per valutare e definire le specifiche tecniche e i costi di componenti e sistemi;- metodologie per il controllo di processi produttivi;- metodologie e strumenti per la manutenzione di apparecchiature e impianti;- metodologie e strumenti per l'esecuzione di misure, prove e verifiche.
sbocchi occupazionali: I laureati del corso di Laurea saranno formati per poter ricoprire la figura professionale del tecnico o dell'Ingegnere junior, titolo che compete agli iscritti alla sezione B dell'albo professionale degli ingegneri subordinata al superamento dell'apposito esame di Stato. I principali sbocchi occupazionali sono: Imprese di servizi e manifatturiere, quali Industrie chimiche e di processo, aziende di produzione di apparecchiature, componenti e macchine elettriche, sistemi elettronici di potenza, automazione e robotica, imprese ed enti per la produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica da fonti energetiche tradizionali e, soprattutto, innovative, rinnovabili ed a basso impatto ambientale. Potranno inoltre accedere alle strutture tecniche della pubblica amministrazione deputate al governo dell'ambiente e della sicurezza.
Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)
<ul style="list-style-type: none">• Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili - (3.1.3.6.0)• Tecnici del controllo ambientale - (3.1.8.3.1)
Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:
<ul style="list-style-type: none">• ingegnere industriale junior• perito industriale laureato

Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 40 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 c.2.

Attività di base

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Matematica, informatica e statistica	ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/02 Algebra MAT/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica	24	24	-
Fisica e chimica	CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale	21	21	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 36:		-		

Totale Attività di Base	45 - 45
--------------------------------	---------

Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria chimica	ING-IND/22 Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/25 Impianti chimici	18	18	-
Ingegneria elettrica	ING-IND/32 Convertitori, macchine e azionamenti elettrici ING-IND/33 Sistemi elettrici per l'energia	17	17	-
Ingegneria energetica	ING-IND/08 Macchine a fluido ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente ING-IND/10 Fisica tecnica industriale	25	25	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:		-		

Totale Attività Caratterizzanti	60 - 60
----------------------------------------	---------

Attività affini

ambito disciplinare	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
	min	max	
Attività formative affini o integrative	57	57	18

Totale Attività Affini	57 - 57
-------------------------------	---------

Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale e la lingua straniera (art. 10, comma 5, lettera c)	Per la prova finale	3	3
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	-	-
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	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	0	3
	Tirocini formativi e di orientamento	0	3
	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		3	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-

Totale Altre Attività	18 - 27
------------------------------	---------

Riepilogo CFU

CFU totali per il conseguimento del titolo	180
Range CFU totali del corso	180 - 189
<i>Segnalazione:</i> il totale (min) di 180 crediti è pari ai crediti per il conseguimento del titolo	

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

Note relative alle altre attività

Tra i requisiti di ingresso è previsto un opportuno livello di conoscenza della lingua inglese. Il possesso di tale requisito sarà verificato. L'esperienza DM509 di un corso curriculare di lingua inglese di 5 CFU con esame idoneativo è risultata poco efficace e quindi non è stata riproposta nei nuovi Corsi 270. Saranno però tenuti dei corsi da docenti qualificati per gli allievi che non abbiano dimostrato la conoscenza della lingua a livello richiesto.

Note relative alle attività di base

Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 10/02/2023