

<b>Università</b>	Università degli Studi di BERGAMO
<b>Classe</b>	LM-33 - Ingegneria meccanica
<b>Nome del corso in italiano</b>	Meccatronica e Smart Technology Engineering <i>ristrutturazione di: Ingegneria meccanica (1408221)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Mechatronics and Smart Technology Engineering
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano, inglese
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	
<b>Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico</b>	20/07/2021
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	27/01/2021
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	02/02/2021
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	24/11/2020 -
<b>Data del parere favorevole del Comitato regionale di Coordinamento</b>	09/12/2020
<b>Modalità di svolgimento</b>	a. Corso di studio convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	Ingegneria e Scienze Applicate
<b>Altri dipartimenti</b>	Ingegneria gestionale, dell'informazione e della produzione
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>
<b>Corsi della medesima classe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingegneria meccanica</li> </ul>

#### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-33 Ingegneria meccanica**

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria meccanica, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

L'ammissione ai corsi di laurea magistrale della classe richiede il possesso di requisiti curriculari che prevedano, comunque, un'adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali nelle discipline scientifiche di base e nelle discipline dell'ingegneria, propedeutiche a quelle caratterizzanti previste nell'ordinamento della presente classe di laurea magistrale.

I corsi di laurea magistrale della classe devono inoltre culminare in una importante attività di progettazione, che si concluda con un elaborato che dimostri la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione.

I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea magistrale della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi sia nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso industrie meccaniche ed elettromeccaniche, aziende ed enti per la produzione e la conversione dell'energia, imprese impiantistiche, industrie per l'automazione e la robotica, imprese manifatturiere in generale per la produzione, l'installazione e il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione, sistemi complessi.

Gli atenei organizzano, in accordo con enti pubblici e privati, stages e tirocini.

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

La figura del laureato magistrale in ingegneria meccanica è tra le più richieste dalle imprese. I dati raccolti da Excelsior Unioncamere ([https://excelsior.unioncamere.net/images/publicazioni2019/excelsior\\_2019\\_laureati.pdf](https://excelsior.unioncamere.net/images/publicazioni2019/excelsior_2019_laureati.pdf)) riportano un fabbisogno di circa 40.000 ingegneri meccanici/industriali e circa il 54% delle imprese ritiene che questa figura sia "introvabile". La Lombardia, in particolare, è di gran lunga la regione con il più alto fabbisogno di figure professionali di alto profilo culturale in generale e, in particolare, ingegneristico.

Nei laureati magistrali in ingegneria meccanica, le imprese apprezzano in particolar modo le elevatissime capacità di problem solving, la flessibilità e lo spirito di adattamento, la capacità di lavorare proficuamente sia in gruppo che autonomamente. In particolare, le imprese ritengono di vitale importanza che i laureati magistrali abbiano esperienza e capacità comunicativa tecnica in altre lingue, in particolare l'inglese. Inoltre, il 100% delle imprese ritiene importante, per i laureati magistrali in ingegneria meccanica, un livello elevato di competenze digitali; il 57% un livello elevato di capacità di analisi dei dati e informatica; il 60% un livello elevato di conoscenza delle competenze tecnologiche specifiche. Infine, il 43% dei laureati magistrali nei vari rami dell'ingegneria industriale necessari alle imprese è richiesto da aziende nel settore della meccanica.

A queste premesse si aggiunge la 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, come chiaramente esplicitato in diverse occasioni di incontro e di consultazione con i soggetti potenzialmente interessati al rinnovamento della figura professionale dell'ingegnere meccanico. Durante l'elaborazione del progetto di istituzione del CdS, in diverse occasioni, anche in modo informale, sono state coinvolte e consultate le principali organizzazioni territoriali rappresentative del mondo della produzione, dei servizi e delle professioni. È stata valorizzata l'esperienza pregressa, partita in occasione dell'avvio del processo di attivazione del curriculum di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica denominato "Smart Technology Engineering", che trova ora nel presente CdS la sua evoluzione e il suo completamento. In occasione dell'incontro svoltosi il 7.2.2018 presso il Rettorato dell'Università degli studi di Bergamo con i rappresentanti di Federmeccanica, di Confindustria Bergamo e dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo, è stato deciso di avviare un comitato di indirizzo permanente che vedesse la partecipazione congiunta di rappresentanti dell'università e delle aziende interessate al tema delle tecnologie intelligenti. Tale comitato di indirizzo si è da allora riunito con cadenza pressoché semestrale allo scopo di condividere le competenze da trasmettere nell'ambito dei corsi erogati, di definire e mantenere continuamente aggiornato il profilo della figura professionale che il CdS intende formare e di concordare le attività progettuali in collaborazione con le aziende che costituiscono parte integrante del percorso formativo.

A partire dalla positiva esperienza di questo comitato di indirizzo, si è deciso di riproporlo in una versione allargata a nuovi interlocutori, in particolare a rappresentanti di aziende operanti nel settore della meccatronica. La fase di programmazione del CdS è partita quindi anche grazie all'interazione continua, realizzata negli ultimi due anni, con i rappresentanti del mondo produttivo del territorio. È stata convocata per il giorno 24.11.2020 una riunione telematica di formale insediamento del nuovo comitato di indirizzo allargato e aggiornato, con l'obiettivo di raccogliere le esigenze e le proposte delle parti interessate e calibrare di conseguenza fin dal suo avvio i contenuti del nuovo CdS e le competenze attese del profilo professionale in uscita. La riunione di consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni per l'istituzione del corso è stata convocata dal Direttore del Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate, prof.ssa Giovanna Barigozzi, e ha visto la partecipazione del Direttore del Dipartimento di Ingegneria Gestionale, dell'Informazione e della Produzione, prof. Matteo Kalchschmidt, del Preside della Scuola di Ingegneria, prof. Fabio Previdi, del Presidente del Consiglio di Corso di Studio, prof. Giuseppe Franchini, e dei docenti che hanno fatto parte del gruppo di lavoro per la razionalizzazione dell'offerta formativa della Scuola di Ingegneria, prof. Gianpietro Cossali, prof. Paolo Gaiardelli, prof. Claudio Giardini e prof. Valerio Re. Per le organizzazioni consultate hanno partecipato: Confindustria Bergamo, il consorzio Intellimech, l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bergamo, le aziende Brembo, FAE Technology, Persico Group, Schneider Electric, SMI Group, ST Microelectronics e Tenaris.

[Vedi allegato](#)

## **Sintesi del parere del comitato regionale di coordinamento**

COMITATO DI COORDINAMENTO UNIVERSITARIO PER LA LOMBARDIA

Estratto Verbale n. 5/2020  
Riunione del 9.12.2020

Il Comitato di coordinamento universitario per la Lombardia si riunisce il giorno 9 dicembre 2020 alle ore 10,00 in modalità telematica come da convocazione Prot. n. 0178384/II/1 del 24/11/2020 per la trattazione del seguente ordine del giorno:

3. Nuove iniziative didattiche per la.a. 2021/22

**RICHIAMATI**

- il Decreto Ministeriale 22 ottobre 2004 n. 270 "Modifiche al regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli atenei, approvato con decreto del Ministro dell'università e della ricerca scientifica e tecnologica 3 novembre 1999, n. 509", in particolare l'art. 9, comma 2;
- il Decreto Ministeriale 7 gennaio 2019 n. 6 "Autovalutazione, valutazione, accreditamento iniziale e periodico delle sedi e dei corsi di studio";
- il Decreto Ministeriale 25 ottobre 2019 n. 989 "Linee generali di indirizzo della programmazione delle università 2019-2021 e indicatori per la valutazione periodica dei risultati", nel quale restano invariate le disposizioni relative alle tipologie di corsi di studio convenzionali e a distanza che le Università possono istituire;
- le Linee Guida ANVUR per l'Accreditamento iniziale dei Corsi di studio di nuova attivazione da parte delle Commissioni di Esperti della Valutazione (CEV) ai sensi dell'art. 4, comma 1 del D.M. 987/2016 e s.m.i., del 13/10/2017;
- le Linee Guida ANVUR per la progettazione in qualità dei corsi di studio di nuova istituzione per la.a. 2021/2022, approvato dal Consiglio Direttivo con delibera n. 167 del 9/09/2020;
- la Guida alla scrittura degli ordinamenti didattici per la.a. 2021/2022;
- la nota MUR prot. n. 29229 del 23/10/2020 avente ad oggetto "Indicazioni operative offerta formativa 2021/2022 e DD scadenze SUA-CdS" che evidenzia per le proposte di nuova istituzione la scadenza del 13 gennaio 2021 per l'inserimento nella SUA-CdS del parere del Comitato Regionale di Coordinamento (ad esclusione dei soli corsi di studio interamente a distanza);
- la nota MUR prot. n. 32817 del 24/11/2020 avente ad oggetto "Banche dati RAD e SUA-CdS per accreditamento corsi. a.a. 2021/2022 integrazione indicazioni operative";

il Comitato

prende in esame delle proposte di attivazione di nuovi Corsi di studio la cui documentazione è stata messa a disposizione dei membri da ciascun Ateneo nell'apposita cartella googledrive.

Il Presidente cede la parola ai proponenti che illustrano brevemente i progetti presentati dai rispettivi Atenei mettendo in luce le peculiarità dei corsi rispetto all'offerta formativa già erogata, in particolare nel territorio lombardo:

o m i s s i s

c) Università degli studi di Bergamo

Corso di laurea magistrale in Mechanical Engineering (classe LM-33), in lingua italiana e in lingua inglese

o m i s s i s

Tutto ciò premesso, sulla scorta dell'articolata documentazione fatta pervenire dagli Atenei interessati e udite le presentazioni dei proponenti, il Comitato all'unanimità esprime parere favorevole all'istituzione dalla.a. 2021/22 dei Corsi di Studio indicati in premessa.

L'Assessore Rizzoli ringrazia per l'occasione di confronto sulle proposte e iniziative presentate e si complimenta con gli Atenei per la capacità e prontezza dimostrate nell'affrontare il periodo più difficile, operando nell'ambito delle regole restrittive imposte senza mai fermarsi. Le nuove iniziative proposte confermano l'alta professionalità e la capacità progettuale degli Atenei lombardi anche mediante l'attivazione di corsi interateneo con una spiccata propensione verso l'internazionalizzazione.

o m i s s i s

[Vedi allegato](#)

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

**PROFILO PROFESSIONALE**

Il Corso di Studio appartiene alla classe LM-33. Si configura come un corso che fornisce solide basi e competenze tipiche dell'Ingegneria Meccanica e, contestualmente, conoscenze e capacità di operare nell'area dell'Ingegneria dell'Informazione. L'obiettivo è formare una figura professionale capace di sviluppare e progettare, secondo una logica interdisciplinare, sistemi meccanici complessi ed i relativi sistemi di produzione. Tale figura è inoltre in grado di applicare e integrare nei progetti meccanici le tecnologie avanzate sviluppate nei settori dell'elettronica, dei controlli automatici e della robotica. La figura professionale formata ha quindi una visione d'insieme dei sistemi meccanici avanzati e la capacità di comprendere e controllare l'uso delle moderne tecnologie di sensori, attuatori, azionamenti elettrici, sistemi intelligenti di controllo real time.

Il Corso di Studio mira, dunque, a formare la figura di un laureato magistrale che integra le competenze dell'area scientifica dell'Ingegneria Meccanica e quella

dell'Ingegneria dell'Informazione, capace di coordinare progetti meccanici nei quali sceglie le soluzioni meccaniche ed elettroniche che meglio si prestano allo scopo e ne cura l'implementazione nelle varie fasi del progetto.

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso di Studio rappresenta un naturale proseguimento di un corso di laurea di primo livello in Ingegneria Meccanica. Si rivolge, in particolare, ai laureati triennali che intendono completare la propria formazione con un corso di laurea magistrale finalizzato ad approfondire le competenze acquisite nel triennio nelle discipline caratterizzanti dell'Ingegneria Meccanica e, al tempo stesso, orientato allo sviluppo di competenze nell'ambito delle tecnologie digitali. In coerenza con gli obiettivi formativi generali della classe di laurea, il Corso di Studio mira a formare un laureato magistrale in grado di impiegare le conoscenze teorico-scientifiche della matematica, delle scienze di base e dell'ingegneria (con particolare riferimento all'ingegneria meccanica) per affrontare progetti ingegneristici complessi e che richiedono un approccio interdisciplinare. All'interno di questo quadro generale, gli obiettivi formativi specifici del CdS puntano alla creazione di una figura professionale chiamata a pianificare, elaborare e gestire progetti in due contesti distinti:

1. l'ambito della mecatronica, ovvero l'insieme di discipline meccaniche, elettroniche e informatiche che, attraverso la relativa integrazione, consentono la progettazione ed elaborazione di sistemi di controllo automatico e retroattivo del movimento;
2. l'impiego e l'applicazione delle tecnologie digitali per la progettazione e realizzazione della Smart Factory, ovvero di processi tecnologici e sistemi produttivi intelligenti in cui l'integrazione tra macchine, persone e sistemi hardware e software migliorano il coordinamento e il controllo, e l'impiego e l'applicazione delle tecnologie digitali per lo Smart Living, ovvero di tutti gli ambienti in cui l'essere umano opera, vive e lavora, nei quali gli impianti e i sistemi di controllo di tipo energetico, domotico, strutturale permettono di massimizzare la sicurezza e il benessere.

Gli obiettivi formativi specifici del Corso di Studio espandono quindi il perimetro di competenze proprie dell'ingegnere meccanico classico, evitando sovrapposizioni con il pre-esistente corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, a cui resta demandato l'obiettivo di creare figure professionali altamente specializzate dedicate alla progettazione meccanica costruttiva e funzionale di prodotto, alla progettazione e gestione dei sistemi di produzione industriale e degli impianti di conversione dell'energia, nonché allo studio e scelta dei materiali e delle relative tecnologie di lavorazione e alla modellazione e analisi del ciclo di vita di prodotti e processi.

#### PERCORSO FORMATIVO

Per raggiungere gli obiettivi formativi specifici del CdS, il piano degli studi prevede due curricula:

- il curriculum nell'area mecatronica mira a formare laureati magistrali in ingegneria meccanica in grado di realizzare progetti concernenti prodotti meccatronici, ovvero prodotti e sistemi a base meccanica su cui sono innestate tecnologie tipiche dell'elettronica industriale e dell'automazione industriale;
- il curriculum nell'area delle tecnologie "Smart" punta a formare laureati magistrali in ingegneria meccanica in grado di applicare le tecnologie digitali intelligenti (smart) basate sui sensori, l'elettronica, l'automazione, la domotica, l'informatica, nell'ambito di diversi contesti: da quello produttivo-industriale a quello degli ambienti di lavoro, di residenza, di cura e di svago (Smart Living).

I piani degli studi dei due curricula hanno un impianto comune ed elementi distintivi che li configurano come due percorsi coerenti e al tempo stesso differenziati, che conducono al conseguimento degli obiettivi sopra menzionati. La parte comune è costituita da un gruppo di esami obbligatori in discipline caratterizzanti dell'ingegneria meccanica (ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente, ING-IND/13 Meccanica applicata alle macchine, ING-IND/14 Progettazione meccanica e costruzione di macchine, ING-IND/15 Disegno e metodi dell'ingegneria industriale, ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione) che ha l'obiettivo di irrobustire ed approfondire le competenze proprie dell'ingegneria meccanica acquisite nella laurea di primo livello. Entrambi i curricula prevedono inoltre un ampio spazio lasciato a un laboratorio multidisciplinare, nel corso del quale gli studenti maturano la capacità di sviluppare un progetto in collaborazione coi partner industriali e la capacità di lavorare in team.

Per quanto riguarda la parte distintiva di ogni singolo curriculum, per il curriculum in area mecatronica è previsto un gruppo di insegnamenti dedicati all'approfondimento di metodologie nell'ambito della progettazione dei sistemi mecatronici e all'acquisizione di competenze fondamentali nei controlli e nell'elettronica. Per il curriculum nell'ambito delle tecnologie Smart è previsto un gruppo di insegnamenti dedicati all'approfondimento delle metodologie della fisica tecnica focalizzata sui sistemi industriali e delle proprietà dei materiali avanzati utilizzati nelle moderne tecnologie di lavorazione ed all'acquisizione di conoscenze fondamentali negli ambiti dell'elettronica e dei sensori, dell'analisi dei dati nei sistemi di automazione industriale e nella progettazione e simulazione degli impianti industriali. La peculiarità del curriculum sulle tecnologie Smart è che tutti gli esami obbligatori sono erogati in lingua inglese ed è possibile completare il piano degli studi con esami a scelta in lingua inglese, ciò al fine di proporre un percorso formativo completo agli studenti internazionali, in accordo con la strategia di internazionalizzazione che l'Ateneo sta portando avanti negli ultimi anni.

Allo studente viene poi lasciata ampia scelta, parzialmente guidata, di diversi insegnamenti per l'approfondimento di tematiche specifiche dei due percorsi, ma anche per diversificare le proprie competenze.

Per quanto concerne il laboratorio multidisciplinare, lo studente potrà scegliere tra diverse proposte nell'ambito dei sistemi mecatronici, dello Smart Manufacturing e dello Smart Living. In questo insegnamento di impronta laboratoriale gli studenti saranno organizzati in piccoli gruppi e svolgeranno attività di progetto in collaborazione con enti esterni e imprese sotto la supervisione di un gruppo multidisciplinare di docenti, per favorire la comprensione dei metodi di integrazione dei diversi saperi 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 Corso di Studio mira a sviluppare competenze e fornire strumenti metodologici funzionali ad acquisire capacità professionali adeguate e coerenti con i profili professionali e le funzioni lavorative descritte nel Quadro A2.a, dove si specificano le competenze e le mansioni che potranno svolgere questi laureati magistrali, nonché in quali ambiti lavorativi.

Il Corso di Studio si pone come obiettivi formativi la preparazione di un laureato magistrale che abbia le competenze di seguito riportate:

- deve avere una conoscenza adeguata delle discipline ingegneristiche in generale, e in modo approfondito per quanto riguarda l'ingegneria meccanica. A queste competenze dovrà affiancare la conoscenza di discipline proprie dell'ingegneria dell'informazione, per quanto attiene all'uso delle tecnologie digitali, dell'automazione, dell'elettronica industriale;
- deve avere una spiccata capacità di operare in un contesto multidisciplinare, dimostrando di essere in grado di integrare nei sistemi/impianti/prodotti/processi tipici dell'ingegneria meccanica le tecnologie digitali per l'automazione, il controllo e il monitoraggio;
- deve saper ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi innovativi, ricorrendo anche alle conoscenze maturate nel campo delle discipline dell'ingegneria dell'informazione;
- deve conoscere la dimensione smart e digitale dei prodotti, dei processi e dei sistemi industriali attraverso gli insegnamenti che trattano la prospettiva digitale.

Le conoscenze e la capacità di comprensione saranno conseguite dagli studenti del Corso di Studio tramite lezioni frontali abbinate ad attività di esercitazione svolte in laboratori dedicati e in aule informatiche. Le attività laboratoriali si potranno svolgere anche in collaborazione con i partner industriali, presso le loro sedi.

Le conoscenze saranno ottenute tramite attività formative svolte negli ambiti principalmente dell'Ingegneria Meccanica (SSD ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16 e ING-IND/17) e dell'Ingegneria dell'Informazione (ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/05). Nel curriculum in area mecatronica si dà particolare enfasi alle conoscenze nei settori dei sistemi meccanici e dell'automazione (ING-IND/13, ING-INF/04), mentre nel curriculum sulle tecnologie intelligenti il focus è allargato su discipline che ricadono anche in altri settori affini (ICAR/08, ICAR/09, ING-IND/22, ING-IND/33).

Le modalità di verifica delle conoscenze e delle capacità di comprensione si potranno articolare attraverso esami con colloquio e, ove necessario, previa prova scritta, o con la richiesta di sviluppo di progetti da discutere e presentare in sede d'esame. Anche in fase di verifica si potrà fare ricorso all'utilizzo di strumenti assistiti dal calcolatore e/o laboratori informatici.

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

Gli studenti del Corso di Studio dovranno acquisire la capacità di saper applicare tecnologie, metodologie e strumenti connessi al design, allo sviluppo, alla progettazione e gestione di prodotti e sistemi industriali dallelevato contenuto tecnologico utilizzando strutture tecnologiche all'avanguardia (quali la modellazione digitale, la simulazione, i digital twin e l'intelligenza artificiale) con un approccio agile, integrato e flessibile.

Per sviluppare le competenze necessarie si farà ricorso ad un uso, sia guidato che autonomo di esercitazioni in aule informatiche, delle attività laboratoriali e dello sviluppo di progetti e/o applicazioni individuali che potranno costituire una delle modalità di verifica delle competenze acquisite.

Nei laboratori progettuali multidisciplinari progettati e realizzati in collaborazione con le aziende gruppi di 2-4 studenti saranno infatti chiamati a sperimentare, integrare e validare le competenze acquisite mediante la realizzazione di un progetto semestrale.

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

Il Corso di Studio contribuisce allo sviluppo di un'autonomia di giudizio, intesa come capacità di valutare la pluralità degli approcci metodologici, delle idee progettuali e delle soluzioni ai problemi, al fine di pervenire criticamente ad un giudizio di validità, opportunità o convenienza delle opzioni indagate e operare scelte direzionali coerenti e robuste.

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

La figura professionale formata dal Corso di Studio sa interagire con interlocutori sia tecnici che non specialisti, anche in lingua inglese (prerequisito indispensabile per le caratteristiche del percorso formativo), esprimendosi con un linguaggio adeguato e coerente al ruolo ricoperto e all'attività svolta. Sa comunicare in modo non ambiguo sia in forma scritta che orale i propri risultati e comprendere gli output del lavoro di altri tecnici e persone con cui coopera nelle attività di progetto. Il carattere fortemente interdisciplinare del percorso formativo permette di enfatizzare questa capacità comunicativa tra chi opera negli ambiti tipici dell'ingegneria meccanica e chi opera nel mondo dell'ingegneria dell'informazione.

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

Il Corso di Studio mira a sviluppare capacità di apprendimento e di assimilazione di competenze trasversali.

In particolare, l'ampio spazio dedicato ai laboratori multidisciplinari, presenti su entrambi i curricula, ha tra le sue finalità quella di sviluppare l'abilità di approcciare in modo proattivo le attività progettuali.

Inoltre, la suddivisione delle ore di lavoro complessive previste per lo studente dà un forte rilievo alle ore di lavoro personale o a piccoli gruppi, per offrire allo studente la possibilità di verificare e migliorare la propria capacità di apprendimento. Analogo obiettivo persegue l'impostazione di rigore metodologico degli insegnamenti che porta lo studente a sviluppare un ragionamento logico che, a seguito di precise ipotesi, porti alla conseguente dimostrazione di una tesi.

### **Conoscenze richieste per l'accesso**

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

L'ammissione al Corso di Studio è soggetta a un processo di valutazione basato su requisiti curriculari (carriera accademica) e sulla verifica della preparazione personale che attesti l'idoneità del candidato. Lo studente deve disporre di un adeguato livello di conoscenze relative alle componenti di base dell'ingegneria e dell'ingegneria meccanica in particolare. Per l'accesso al Corso di Studio è richiesto il possesso di un titolo di laurea di primo livello in una delle seguenti classi: L-7 Ingegneria civile e ambientale, L-8 Ingegneria dell'Informazione, L-9 Ingegneria Industriale, L-23 Scienze e tecniche dell'edilizia, o titolo equivalente o altro titolo acquisito all'estero e riconosciuto idoneo.

Come ulteriore requisito per l'accesso, è richiesto il possesso di almeno 48 CFU conseguiti in almeno 6 dei 9 Settori Scientifico-Disciplinari caratterizzanti dell'Ingegneria Meccanica, ovvero: ING-IND/08 Macchine a fluido, ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente, ING-IND/10 Fisica tecnica industriale, ING-IND/12 Misure meccaniche e termiche, ING-IND/13 Meccanica applicata alle macchine, ING-IND/14 Progettazione meccanica e costruzione di macchine, ING-IND/15 Disegno e metodi dell'ingegneria industriale, ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione, ING-IND/17 Impianti industriali meccanici.

Ogni domanda di iscrizione verrà valutata dalla Commissione responsabile per l'ammissione al Corso di Studio, la quale verificherà e valuterà, caso per caso, la preparazione personale e il rispetto dei requisiti di accesso. Le modalità specifiche di verifica della preparazione personale sono disciplinate dal regolamento didattico del corso di studio.

Per quanto riguarda la conoscenza della lingua inglese, viene richiesta una conoscenza di livello B1 o equivalente come prerequisito minimo all'ammissione. Viene inoltre richiesto che entro la fine del percorso formativo la conoscenza della lingua inglese venga elevata, attraverso attività formative linguistiche, ad un livello B2 o equivalente.

### **Caratteristiche della prova finale**

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

Il Corso di Studio prevede una prova finale che consiste in un'attività di progettazione e/o sperimentale, che si conclude con un elaborato che dimostri la padronanza degli argomenti tipici dell'ingegneria meccanica, la capacità di operare in modo autonomo ed innovativo e un buon livello di capacità di comunicazione.

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

La proposta di istituzione del presente CdS nella Classe LM 33 in affiancamento all'attuale corso di laurea magistrale in Ingegneria meccanica nasce sotto l'azione di tre spinte:

- 1) una precisa esigenza del mondo delle professioni e del tessuto industriale del territorio (rilevata attraverso la consultazione formale ed informale delle parti interessate), che è alla ricerca di figure professionali trasversali che coprano l'attuale gap tra l'ingegnere meccanico classico e l'ingegnere informatico/elettronico;
- 2) una necessità organizzativa interna all'Ateneo, che con l'avvio sperimentale del curriculum in lingua inglese Smart Technology Engineering nell'a.a. 2019-2020 ha visto allargarsi ulteriormente il già ampio ventaglio di percorsi formativi che ricadevano all'interno della laurea magistrale in Ingegneria meccanica (percorso Energia e Ambiente, percorso Meccatronica, percorso Produzione, percorso Progettazione);
- 3) la volontà di investire nell'internazionalizzazione dell'offerta formativa dell'Ateneo anche nell'ambito dell'ingegneria meccanica.

L'azione congiunta di queste tre spinte ha portato alla progettazione di un CdS che convogliasse le tematiche specifiche degli attuali percorsi basati sulla contaminazione delle discipline classiche dell'ingegneria meccanica con il mondo dell'ingegneria dell'informazione (il percorso Meccatronica e il curriculum Smart Technology Engineering) e le rielaborasse proponendole in una veste aggiornata ed innovativa, condivisa col mondo produttivo del territorio.

Da qui nasce la proposta del presente CdS, organizzato in due curricula denominati rispettivamente "Mechatronics" e "Smart Technology Engineering", con una forte presenza di corsi anche obbligatori erogati in lingua inglese. Il CdS è stato progettato per formare una figura professionale diversa da quella del laureato in ingegneria meccanica classico, una figura dalle competenze spiccatamente multidisciplinari che ricadono a cavallo dei mondi dell'ingegneria meccanica e dell'ingegneria dell'informazione. Il CdS si differenzia dall'attuale corso di laurea magistrale della medesima classe anche per modalità didattiche innovative: oltre alla forte presenza di corsi in lingua inglese, su ognuno dei due curricula è presente un laboratorio multidisciplinare nel quale verrà sviluppata la capacità di lavorare in team su progetti che coinvolgono cinque diverse discipline. La proposta formativa non risulta quindi sovrapposta, ma, al contrario, è complementare a quella del CdS in Ingegneria meccanica pre-esistente, ampliando quindi l'offerta formativa attuale e le possibilità di scelta per gli studenti.

**Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati****Laureato magistrale in ingegneria meccanica****funzione in un contesto di lavoro:**

Il laureato magistrale in ingegneria meccanica, come molte altre figure professionali, è un soggetto particolarmente interessato ai cambiamenti in atto nei sistemi produttivi e dall'evoluzione della domanda di competenze tradizionali integrate con le nuove tecnologie informatiche ed elettroniche, sia a livello di strumenti per la progettazione e realizzazione dei sistemi (processi tecnologici e produttivi) che di prodotti (meccanica avanzata e mecatronica). A tal riguardo, il cambiamento del contesto in atto offre diverse opportunità di evoluzione e declinazione della figura del laureato magistrale in ingegneria meccanica con annessi anche diversi rischi, che richiedono un'adeguata preparazione metodologica. Essa si realizza innanzitutto nel possesso critico e personale di mezzi e strumenti metodologici e concettuali per la realizzazione di sistemi meccanici innovativi, insieme alle basi teoriche fondamentali per il laureato magistrale in ingegneria meccanica. Da questo punto di vista, la possibilità di fare leva su un profilo già multidisciplinare è sicuramente un'opportunità per una miglior profilazione dell'offerta formativa e rispondere alle esigenze delle aziende in termini di competenze. Inoltre, la promozione della dimensione internazionale della didattica rappresenta un elemento fondamentale per la crescita della qualità della figura professionale in uscita da un percorso di studio, in particolar modo a livello magistrale.

**competenze associate alla funzione:**

La figura professionale formata dal Corso di Studio sviluppa le seguenti abilità e competenze, che vengono riversate ed esercitate nel contesto di lavoro:

- 1) Progettazione e prototipazione di prodotti meccanici dotati di elettronica integrata (embedded) e di sistemi mecatronici che integrano componenti meccanici, elettrici ed elettronici (quali sensori ed azionamenti, sistemi di attuazione e controllo automatico) e tecnologie per la raccolta dei dati ed i sistemi di controllo per la regolazione in tempo reale.
- 2) Progettazione di componenti, strumentazione e macchine di impianti produttivi integrabili con tecnologie e strumentazione di IoT e con algoritmi di supervisione e controllo in ottemperanza ai requisiti dell'Industria 4.0.
- 3) Progettazione di sistemi produttivi digitalizzati con capacità di autoregolazione nel rispetto degli standard di sicurezza più aggiornati grazie a sistemi per l'interconnessione verticale con i sistemi informatici di fabbrica e di integrazione automatizzata con prodotti, macchine e personale.
- 4) Progettazione ed impiego di sistemi di monitoraggio e controllo applicabili a una varietà di contesti, dai luoghi di residenza, agli ambienti lavorativi, alle reti di trasporto e di comunicazione, alle reti ed impianti energetici, alle città intelligenti.

**sbocchi occupazionali:**

La figura professionale formata dal corso di studio trova collocamento sia a livello tecnico (e tecnico-commerciale) sia a livello dirigenziale, principalmente nell'ambito del settore manifatturiero, ma anche nei servizi per l'industria, quali la manutenzione industriale e il trasporto di beni e persone. È infatti in grado di svolgere un'ampia gamma di funzioni, incluse ma non limitate a: ricerca e sviluppo; progettazione e realizzazione dei prodotti per tutto il loro ciclo di vita; progettazione, realizzazione e gestione di impianti produttivi complessi che, nell'ambito del paradigma della smart factory, sono pervasi da tecnologie ICT. Nello specifico, può esercitare diversi compiti e mansioni in qualità di esperto nella progettazione di prodotti ad alto contenuto tecnologico e digitale, della progettazione avanzata e gestione di sistemi meccanici/mecatronici, della progettazione e gestione di sistemi di produzione complessi e digitalizzati, nonché della pianificazione e della programmazione dei relativi progetti e processi industriali, operando sia nella libera professione, che nelle imprese manifatturiere o di servizio sia nelle amministrazioni pubbliche.

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

- Ingegneri meccanici - (2.2.1.1.1)

**Il corso consente di conseguire l'abilitazione alle seguenti professioni regolamentate:**

- ingegnere industriale

**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 §2.**

**Attività caratterizzanti**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria meccanica	ING-IND/08 Macchine a fluido ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente ING-IND/10 Fisica tecnica industriale ING-IND/13 Meccanica applicata alle macchine ING-IND/14 Progettazione meccanica e costruzione di macchine ING-IND/15 Disegno e metodi dell'ingegneria industriale ING-IND/16 Tecnologie e sistemi di lavorazione ING-IND/17 Impianti industriali meccanici	49	74	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		49		

**Totale Attività Caratterizzanti**

49 - 74

## Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività <b>(minimo da D.M. 12)</b>		21	46
<b>A11</b>	ING-INF/01 - Elettronica ING-INF/04 - Automatica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni	18	40
<b>A12</b>	ICAR/08 - Scienza delle costruzioni ICAR/09 - Tecnica delle costruzioni ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/33 - Sistemi elettrici per l'energia	0	16
<b>Totale Attività Affini</b>		21 - 46	

## Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		12	12
Per la prova finale		12	12
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	6
	Abilità informatiche e telematiche	1	4
	Tirocini formativi e di orientamento	0	6
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	-	-
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d			
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
<b>Totale Altre Attività</b>		25 - 40	

## Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	95 - 160

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

Gli insegnamenti degli SSD caratterizzanti assicurano un approfondimento disciplinare delle competenze proprie dell'ingegnere meccanico. Accanto a questi, in virtù della ampiezza dei contenuti del CdS e della vastità degli ambiti di impiego delle competenze acquisite, gli SSD presenti tra le attività affini sono stati divisi in due ambiti, ciascuno con i propri obiettivi formativi, al fine di consentire agli studenti la flessibilità necessaria alla costruzione di percorsi personalizzati:

- A11 - Ambito dell'ingegneria dell'informazione
- A12 - Ambito dei settori di applicazione delle tecnologie digitali

In particolare, l'ambito A11 contiene gli SSD in grado di fornire competenze tecniche e scientifiche relative all'elettronica, all'automatica e all'informatica, grazie alla presenza dei seguenti settori:

ING-INF/01 - Elettronica  
ING-INF/04 - Automatica  
ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni

Per quanto riguarda l'ambito A12, in esso sono contenuti gli SSD che permettono di offrire al percorso formativo dello studente conoscenze nei settori in cui le competenze acquisite possono trovare applicazione (come le costruzioni civili, i materiali avanzati, le reti elettriche intelligenti), grazie alla presenza dei seguenti settori:

ICAR/08 - Scienza delle costruzioni  
ICAR/09 - Tecnica delle costruzioni  
ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali  
ING-IND/33 - Sistemi elettrici per l'energia

## Note relative alle altre attività

## Note relative alle attività caratterizzanti

RAD chiuso il 02/02/2021