

Università	Università degli Studi di CAGLIARI
Classe	L-9 - Ingegneria industriale
Nome del corso	Ingegneria Meccanica <i>modifica di: Ingegneria Meccanica (1248240)</i>
Nome inglese	Mechanical Engineering
Lingua in cui si tiene il corso	italiano
Codice interno all'ateneo del corso	70/78
Il corso é	trasformazione ai sensi del DM 16 marzo 2007, art 1 • Ingegneria Meccanica (CAGLIARI <i>cod 56271</i> )
Data del DM di approvazione dell'ordinamento didattico	30/05/2011
Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico	22/06/2011
Data di approvazione della struttura didattica	22/02/2011
Data di approvazione del senato accademico	16/03/2011
Data della relazione tecnica del nucleo di valutazione	21/01/2008
Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni	27/11/2009 - 17/01/2008
Modalità di svolgimento	convenzionale
Eventuale indirizzo internet del corso di laurea	www.unica.it/ingegneria
Facoltà di riferimento ai fini amministrativi	INGEGNERIA
Massimo numero di crediti riconoscibili	<del>60 DM 16/3/2007 Art 4</del> 12 come da: <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>
Corsi della medesima classe	• INGEGNERIA CHIMICA <i>approvato con D.M. del 30/05/2011</i>
Numero del gruppo di affinità	1

### **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).

### **Criteria seguiti nella trasformazione del corso da ordinamento 509 a 270 (DM 31 ottobre 2007, n.544, allegato C)**

Il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari è attivo da lungo tempo ed ha seguito con successo la trasformazione da vecchio a nuovo ordinamento, che lo ha portato a inserirsi con maggiore incisività nella locale Ingegneria Industriale, in particolare in quella Meccanica. L'analisi del progresso ha quindi evidenziato che il percorso svolto ha consentito un sostanziale soddisfacimento sia delle esigenze sia delle aspettative delle parti interessate. Tuttavia l'elevato numero di insegnamenti, talvolta di pochi crediti, non si è dimostrato favorevole al completamento del percorso di studio nei tempi previsti ed al contenimento degli abbandoni. Pertanto si sente la necessità di un cambiamento non tanto dei metodi, contenuti e obiettivi della proposta formativa, quanto di una diversa ristrutturazione e organizzazione del percorso di studio, che consenta la definizione di un profilo professionale idoneo sia ad inserirsi immediatamente nel tessuto industriale anche locale, sia a proseguire nel percorso magistrale. Si è cercato perciò di analizzare ed amalgamare gli obiettivi della proposta con il bagaglio culturale d'ingresso e le esigenze dello studente sia in termini di conoscenze, competenze, abilità finali, stili cognitivi, di apprendimento ed esplicativi, sia per quanto concerne l'approccio allo studio, attraverso l'individuazione delle motivazioni intrinseche ed estrinseche, delle capacità di comunicare e la propensione al lavoro di gruppo. Si è, quindi, privilegiato un certo grado di integrazione e sintesi non solo limitatamente alle materie appartenenti allo stesso raggruppamento disciplinare, precedentemente frazionate anche in molteplici insegnamenti, ma anche promuovendo una maggiore integrabilità e finalizzazione fra le discipline di raggruppamenti distinti, proponendo, quando possibile, trattazioni di più largo respiro finalizzate ad una unica prova di esame.

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

Le motivazioni alla base della trasformazione sono chiare ed esaustive e si ritengono adeguate. Sono state riconsiderate le esigenze formative in relazione alle prospettive offerte in termini di figura professionale del laureato e di proseguimento degli studi. La denominazione del corso è chiara e inequivocabile nel contesto nazionale e internazionale e non pone problemi di mobilità degli studenti. Il percorso formativo è pienamente coerente con la denominazione del corso, con gli obiettivi formativi specifici e con i risultati di apprendimento attesi. L'adozione di un percorso indifferenziato giustifica l'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe. La valenza del percorso formativo sul piano occupazionale è chiaramente delineata. Vengono indicati i principali settori di interesse professionale con riferimento sia a macrosettori di attività sia alla classificazione ISTAT delle professioni. Le possibilità di sbocco professionale indicate sono anch'esse coerenti con gli obiettivi formativi specifici e con i risultati di apprendimento attesi. La docenza disponibile, almeno in sede di valutazione preliminare, soddisfa ampiamente i requisiti necessari. Quasi tutto il corpo docente, inoltre, sarà presumibilmente costituito da docenti di ruolo e quasi tutti inquadri nei SSD previsti dall'ordinamento proposto. Anche le risorse di strutture didattiche, sempre in sede di valutazione preliminare, sono disponibili in misura adeguata.

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

L'incontro tra l'Università e i rappresentanti delle Organizzazioni del mondo del Lavoro, dei Servizi e della Produzione per la presentazione dell'Offerta Formativa dell'Ateneo cagliaritano, ha avuto luogo il 15 gennaio 2008, presso il Rettorato. Alla riunione hanno presenziato l'ANCI Sardegna - l'Associazione degli Industriali - l'API Sarda - la Camera di Commercio, Industria e Artigianato - il Consorzio Sardegna Ricerche - i Segretari Territoriali CGIL, CISL, UIL, CSA-CISAL. Tutti i presenti hanno espresso parere favorevole sull'Offerta Formativa complessiva proposta dall'Università di Cagliari. Successivamente il giorno 17 gennaio 2008, presso la Facoltà, ha avuto luogo una riunione fra tutti i Corsi di Laurea e l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari. Nella riunione è stata presentata l'Offerta Formativa complessiva della Facoltà di Ingegneria. Anche l'Ordine degli Ingegneri ha ritenuto l'Offerta Formativa, nella formulazione proposta, rispondente alle esigenze del territorio ed ha espresso, conseguentemente, parere favorevole. Peraltro è da rilevare che tutti i Corsi di Laurea, in tutte le fasi dei lavori, hanno consultato i settori produttivi di loro specifico interesse, confrontandosi sulla costruzione della nuova Offerta Formativa e trovando gli interlocutori di cui sopra pienamente consenzienti sulle proposte avanzate.

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

Il Corso di laurea in ingegneria meccanica si pone l'obiettivo di assicurare agli studenti interessati, oltre ad una adeguata padronanza di metodi e contenuti scientifici generali per la classe dell'ingegneria industriale, l'acquisizione di specifiche competenze professionali negli ambiti disciplinari specifici dell'ingegneria meccanica e dell'ingegneria industriale più direttamente interrelati. Il corso di laurea in ingegneria meccanica comprende innanzitutto un insieme di discipline di base e caratterizzanti (negli ambiti della matematica, informatica, fisica, chimica, economia gestionale), per complessivi 60 crediti, che sono comuni a tutti i corsi di laurea in ingegneria industriale attivati presso la facoltà di ingegneria di Cagliari. Alle attività di base è stato riservato un numero di crediti da 43 a 54, a fronte di un numero minimo previsto per la classe di 36. Ciò al fine di fornire agli studenti interessati

solide basi e adeguati strumenti, specie nel campo della matematica, indispensabili, come meglio specificato nel seguito, per l'apprendimento delle materie applicative nonché per l'eventuale proseguimento degli studi nelle lauree magistrali.

Il corso di laurea prevede quindi un percorso formativo specifico basato sui tre ambiti dell'ingegneria meccanica, energetica e gestionale. Questi rappresentano i tre ambiti di maggiore interesse nell'Università di Cagliari in ordine sia alle attività di ricerca più significative condotte presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, punto di riferimento scientifico del corso di laurea, ed alla conseguente tradizione culturale maturata nel tempo in detti ambiti, sia agli interessi determinati dalle relazioni con il sistema produttivo territoriale ed alle conseguenti ricadute. In considerazione dell'ampio campo di competenze dell'ingegneria meccanica, come pure degli ambiti considerati, alle attività caratterizzanti è riservato un numero di crediti da 60 a 78, a fronte di un numero minimo previsto per la classe di 45.

Conseguentemente il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica propone allo studente un percorso formativo articolato tipicamente sui seguenti campi di competenza:

- Tecnologie di conversione dell'energia e macchine termiche (SSD ING-IND/08)
- Sistemi di conversione dell'energia e relative implicazioni ambientali (SSD ING-IND/09)
- Dispositivi, meccanismi e sistemi meccanici (SSD ING-IND/13)
- Sforzi, deformazioni e progettazione e costruzione di elementi meccanici (SSD ING-IND/14)
- Lavorazione dei metalli e tecnologie della produzione meccanica (SSD ING-IND/16)
- Impianti industriali meccanici(SSD ING-IND/17)

Ad essi il corso affianca i seguenti campi di competenza complementari:

- Fisica tecnica, con particolare riferimento a fondamenti della termodinamica tecnica e alla trasmissione del calore (SSD ING-IND/10)
- Misure meccaniche e termiche (SSD ING-IND/12)
- Apparati Elettrici, con particolare riferimento a fondamenti dell'elettrotecnica e delle macchine elettriche (SSD ING-IND/31)

Come strumento di comunicazione grafica trasversale il corso prevede l'insegnamento di metodi manuali ed assistiti di Rappresentazione, Modellazione e Disegno di parti ed insiemi di parti meccaniche (SSD ING-IND/15). L'introduzione a tale percorso formativo, come detto, consiste nell'apprendimento delle conoscenze di base della Matematica, della Fisica e della Chimica per assicurare allo studente un insieme di strumenti di formalizzazione, impostazione e calcolo dei problemi tipici dell'ingegneria meccanica, connessi ai campi caratteristici sopraelencati. In tal senso è quindi di fondamentale importanza l'acquisizione della metodologia di studio imposta dalla Matematica (SSD MAT/03, MAT/05), dalla Fisica (SSD FIS/01) e dalla Chimica (SSD CHIM/07), che indirizzano lo studente verso l'analisi e la sintesi dei problemi scientifici con un approccio formale rigoroso e sistematico. Sono altresì previste conoscenze di Informatica (SSD ING-INF/05) e di Analisi numerica (MAT/08) per istituire, favorire e consolidare la comunicazione ed il calcolo automatico, nonché conoscenze di Ingegneria economico-gestionale (SSD ING-IND/35), fondamentali per la valutazione economica delle opere di ingegno, della produzione di beni e servizi, dei sistemi produttivi, ecc.

Per quanto riguarda le attività formative caratterizzanti e affini o integrative gli obiettivi formativi e le abilità o capacità acquisite dallo studente sono di seguito brevemente descritti con riferimento ai singoli SSD previsti dall'ordinamento proposto:

- Le attività formative previste nei primi due settori delle macchine a fluido e dei sistemi per l'energia e l'ambiente (ING-IND/08 e ING-IND/09) forniscono allo studente adeguate conoscenze e competenze nel campo dei sistemi e delle tecnologie di conversione dell'energia, specie nel settore industriale. Lo studente acquisirà, in particolare, adeguate conoscenze e competenze sui principi di funzionamento e sulle problematiche di carattere termodinamico, fluidodinamico, energetico, tecnologico ed ambientale delle macchine a fluido motrici e operatrici, quali singoli componenti di impianto, nonché dei sistemi di conversione dell'energia nelle sue varie forme, in particolare delle centrali termoelettriche alimentate da combustibili fossili e da fonti rinnovabili e sarà in grado di valutarne le principali prestazioni e le interazioni con l'ambiente.
  - Le attività formative nel settore della fisica tecnica industriale (ING-IND/10) forniscono inoltre le conoscenze fondamentali per lo studio dei sistemi e delle tecnologie energetici e per la comprensione dei relativi processi.
  - Le attività formative previste nel settore della meccanica applicata alle macchine (ING-IND/13) forniscono allo studente adeguate conoscenze sui fondamenti e le metodologie necessarie per lo studio, in termini generalizzati, dei sistemi meccanici (con ampio riferimento alle macchine motrici ed operatrici, ai dispositivi meccanici, ai fenomeni vibratori e tribologici delle macchine, ecc.). Forti interrelazioni si attuano con le metodologie e gli algoritmi sviluppati nei settori del disegno e metodi dell'ingegneria industriale, della progettazione meccanica e costruzione di macchine e della fluidodinamica.
  - Le attività formative previste nel settore della progettazione meccanica e costruzione di macchine (ING-IND/14) forniscono allo studente adeguate conoscenze sul comportamento meccanico dei materiali e sui principi e le metodologie della progettazione meccanica e degli elementi costruttivi delle macchine, degli apparecchi in pressione, di componenti e strutture per impianti industriali, ecc. Lo studente acquisirà, in particolare, conoscenze e competenze che gli consentiranno di condurre l'analisi di sforzi e deformazioni e di progettare e verificare elementi costruttivi, componenti e strutture semplici, con l'utilizzo di materiali convenzionali e innovativi.
  - Le attività formative previste nel settore delle tecnologie e sistemi di lavorazione (ING-IND/16) forniscono allo studente adeguate conoscenze sui principali processi e tecnologie di trasformazione e di lavorazione che interessano i prodotti manifatturieri, costituiti in particolare da materiali metallici tradizionali ma anche da materiali innovativi. Lo studente acquisirà, in particolare, le conoscenze essenziali delle più diffuse tecniche di lavorazione dei materiali metallici in relazione alle loro caratteristiche meccaniche e costitutive e i principi generali di funzionamento delle macchine preposte a tali lavorazioni.
  - Le attività formative previste nel settore del disegno e metodi dell'ingegneria industriale (ING-IND/15) forniscono inoltre conoscenze e metodologie di comunicazione grafica fortemente interrelate con le attività formative sviluppate in particolare nei settori della meccanica applicata alle macchine, della progettazione meccanica e costruzione di macchine e delle tecnologie e sistemi di lavorazione.
  - Le attività formative previste nel settore degli impianti industriali meccanici (ING-IND/17) forniscono allo studente adeguate conoscenze sugli impianti meccanici e sui servizi generali di impianto. Lo studente acquisirà, in particolare, adeguate conoscenze sugli schemi generali di insieme dei principali impianti meccanici e sulle linee guida per la progettazione tecnica ed economica degli impianti di servizio, anche attraverso lo studio dei criteri di valutazione degli investimenti, dei problemi relativi alla centralizzazione e al frazionamento dei servizi, dei parametri affidabilistici, ecc..
  - Le attività formative nel settore delle misure meccaniche e termiche (ING-IND/12) forniscono allo studente le conoscenze basilari e trasversali sulle metodologie di trattamento dei dati, sui principi di funzionamento e sullo schema fisico dei sistemi di misura delle principali grandezze meccaniche e termiche. Lo studente acquisirà, in particolare, la capacità di elaborare dati sperimentali in termini statistici, di valutare l'incertezza anche in misure indirette, di eseguire e presentare i risultati di un processo di verifica della taratura, compilando la relazione di taratura, comprensiva dei diagrammi, impiegando un foglio di calcolo, di operare con strumenti di misura delle principali grandezze fisiche di tipo statico in ambito elettrico, meccanico e termico.
- Sarà, inoltre, in grado di elaborare modelli, riprodurre e confrontare schemi applicativi di strumenti ed apparecchiature di misura di grandezze meccaniche e/o termiche, selezionare l'apparecchiatura maggiormente idonea a risolvere un problema di misura, di lavorare in gruppo organizzandosi e ripartendosi i compiti, di analizzare lavori propri della disciplina e sintetizzarli in una relazione.
- Le attività formative nel settore dell'elettrotecnica (ING-IND/31), infine, costituiscono un importante complemento alla formazione ingegneristica. Lo studente acquisirà, in particolare, conoscenze e competenze basilari necessarie per la risoluzione dei circuiti elettrici sia in regime stazionario che sinusoidale, sia monofase che trifase, per l'analisi del comportamento dinamico di circuiti semplici del primo e del secondo ordine, per il dimensionamento delle linee in bassa tensione, per la misura di grandezze elettriche, per lo studio dei circuiti magnetici e delle macchine elettriche statiche e rotanti. Tra le materie affini ed integrative oltre a quelle a scelta obbligatoria finalizzate alla preparazione fondamentale dell'Ingegnere meccanico, è stato previsto un gruppo di materie in gran parte riferibili alle materie della classe, tra le quali lo studente potrà scegliere per completare la propria preparazione. Questa possibilità consente l'approfondimento di aspetti particolari dell'Ingegneria meccanica.

Il laureato in ingegneria meccanica si presenta quindi come una figura professionale in possesso di una solida formazione tecnico-scientifica, in grado di orientarsi e inserirsi con facilità nel sistema produttivo, o presso uno studio di libero professionista, e dotata dei saperi, delle competenze disciplinari e della capacità di apprendimento necessari per proseguire gli studi nei corsi di formazione di livello superiore.

Per raggiungere gli obiettivi formativi vengono effettuate lezioni teoriche ed esercitazioni in aula con l'ausilio di tutori, integrate da verifiche in itinere. Per i corsi che richiedono l'uso di elaboratori elettronici è disponibile un laboratorio di Informatica. Sono altresì previste visite didattiche ad aziende ed impianti, nonché ai laboratori esistenti nel Dipartimento di Ingegneria Meccanica. Anche se non è al momento attuata alcuna modalità teledidattica di insegnamento, si prevede però di rendere disponibili sul Web, oltre ai programmi dettagliati degli insegnamenti ed alle indicazioni dei testi di riferimento, delle dispense integrative sulle parti teoriche e sulle esercitazioni, nonché, per gli esami che richiedono una prova scritta, le ultime prove con il loro svolgimento. In alcune discipline il docente è autore dei testi consigliati. Sono inoltre attivati e fortemente incoraggiati tirocini aziendali e periodi di studio all'estero (programmi di scambio Erasmus).

## **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)**

- Adeguata conoscenza e comprensione degli aspetti metodologico-operativi della matematica e delle altre scienze di base, finalizzati al trattamento di problemi scientifici ed orientati anche alla risoluzione dei problemi tipici della Ingegneria Meccanica.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi di base, affiancando ai docenti dei tutori particolarmente selezionati per il contatto iniziale con gli studenti e disponibili per sessioni di chiarimenti e di ricapitolazione.

- Adeguate conoscenza e comprensione in generale degli aspetti metodologico-operativi delle scienze dell'ingegneria e in modo approfondito di quelli dell'ingegneria meccanica, in particolare:

comprensione della cinematica, statica e dinamica dei corpi;  
comprensione degli sforzi e deformazioni delle strutture meccaniche;  
comprensione delle trasformazioni e della trasmissione dell'energia;  
comprensione delle lavorazioni e dei trattamenti dei materiali metallici e non;  
comprensione delle problematiche di gestione degli impianti industriali;  
comprensione delle problematiche legate alla sicurezza;  
comprensione delle problematiche legate alle misurazioni;  
comprensione delle problematiche legate in generale alla rappresentazione.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi dei settori caratterizzanti ed affini ai caratterizzanti, nel cui ambito sono previste delle visite, a scopo didattico, ad impianti ed a laboratori.

- Capacità di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi dei settori di Sistemi per l'Energia e l'Ambiente e di Impianti Industriali Meccanici, integrati da tesine individuali e da visite ad impianti. Particolare enfasi è data alla conoscenza di problematiche specifiche della realtà industriale del territorio sardo.

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

- Capacità di utilizzare le conoscenze acquisite per descrivere ed interpretare i problemi dell'ingegneria meccanica.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi dei settori di Meccanica Applicata alle Macchine, di Fisica Tecnica Industriale, di Elettrotecnica, di Scienza delle Costruzioni e di Meccanica dei fluidi (a questi due ultimi si supplisce con corsi dei settori di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine e di Macchine a Fluido).

- Capacità di identificare, formulare e risolvere i problemi dell'ingegneria meccanica, utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi dei settori di Tecnologia e Sistemi di Lavorazione, di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine e di Macchine a Fluido, integrati da tesine e da visite ad impianti, compresi i laboratori esistenti nel Dipartimento di Ingegneria Meccanica.

- Capacità di utilizzare tecniche e strumenti per la rappresentazione, la progettazione e la realizzazione di componenti, sistemi e processi, con relativo calcolo dei costi, nel rispetto della sicurezza e dell'ambiente.

Si intende raggiungere tali risultati in due fasi:

una prima fase propedeutica che prevede una esposizione ai corsi del settore di Ingegneria Economico Gestionale per il calcolo dei costi, completata ed integrata da una parallela esposizione ai corsi dei settori di Sistemi di elaborazione delle Informazioni e di Analisi numerica per impadronirsi dei necessari strumenti di elaborazione e calcolo assistito;

una seconda fase di applicazione in ambiente meccanico, che è sviluppata nei corsi dei settori di Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale, di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine, di Macchine a Fluido, di Tecnologia e Sistemi di Lavorazione, di Sistemi per l'Energia e l'Ambiente e di Impianti Meccanici, integrati da tesine e visite ad impianti, compresi i laboratori esistenti nel Dipartimento di Ingegneria Meccanica. Per questa seconda fase è previsto l'utilizzo di strumenti di calcolo (hardware e software) specifici.

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

- Capacità di decidere quale meccanismo, macchina e impianto proporre per l'uso ingegneristico industriale, in base a considerazioni di carattere economico e funzionale accoppiate alla valutazione della sicurezza e dell'impatto ambientale.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi dei settori di Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine, di Macchine a Fluido, di Sistemi per l'Energia e l'Ambiente e di Impianti Meccanici, integrati da tesine e visite ad impianti, compresi i laboratori esistenti nel Dipartimento di Ingegneria Meccanica. E' previsto l'utilizzo di strumenti di calcolo (hardware e software) specifici.

- Capacità di operare in condizioni di incertezza e di far fronte ad eventi imprevedibili.

Si intende raggiungere tali risultati nei corsi dei settori caratterizzanti, in particolare nei corsi di Sistemi per l'Energia e l'Ambiente e di Impianti Meccanici, ove è eventualmente previsto l'uso di strumenti assistiti di simulazione.

- Capacità di pianificare e condurre esperimenti, unita alla formulazione di un giudizio critico sui risultati ottenuti.

Si intende raggiungere tali risultati applicando ai dati ed ai risultati i concetti e la pratica della misura, sviluppata nel corso del settore di Misure Meccaniche e Termiche ed applicata ai problemi propri degli altri settori caratterizzanti, mediante tesine e piccoli progetti individuali.

- Costruzione e sviluppo, attraverso il percorso formativo, di un codice etico che permetta un giudizio autonomo da applicare in tutti i rapporti e gli atti professionali.

Si intende raggiungere tali risultati mettendo in evidenza nei corsi di tutti i settori le linee guida di un comportamento etico di correttezza professionale e in piena autonomia di giudizio.

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

- Capacità di comunicare con i mezzi tecnici propri delle discipline dell'ingegneria meccanica, verso interlocutori specialisti e non specialisti ed all'interno di gruppi di lavoro, impiegando, in particolare:

metodi di rappresentazione grafica ed assistita bi e tridimensionale per la descrizione di meccanismi, macchine ed impianti.

Si intende raggiungere tali risultati applicando il concetto e la pratica della disegnazione e della modellazione, che viene sviluppato nei corsi del settore di Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale, con applicazioni sviluppate personalmente da ciascuno studente e da piccoli gruppi nel laboratorio di Informatica.

Capacità di comunicare attraverso tecniche di rappresentazione mediante abachi bi e tridimensionali strutturati con scale aritmetiche o funzionali, acquisite nell'ambito delle discipline di base e consolidate nel corso di misure meccaniche e termiche.

- Capacità di comunicare risultati mediante programmi di visualizzazione e calcolo computerizzati con l'uso dei software più comuni.

Si intende raggiungere tali risultati facendo applicare programmi di scrittura assistita e fogli di calcolo nelle esercitazioni dei vari corsi ed ancora utilizzando, nei corsi dei settori di Analisi Numerica e di Sistemi di elaborazione delle Informazioni, dei programmi di calcolo a base matriciale seguiti da applicazioni sviluppate personalmente da ciascuno studente e da piccoli gruppi nel laboratorio di Informatica, con l'assistenza di un tutore.

- Conoscenza e capacità di comunicazione, in forma scritta e orale, in almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano.

Si intende raggiungere tali risultati con l'obbligo di una prova di lingua Inglese e la presentazione, ove possibile nell'ambito dei corsi, di relazioni scritte in italiano tecnico ed in inglese tecnico. Nella esposizione delle lezioni il docente viene invitato a privilegiare la chiarezza del linguaggio ad una dissertazione esclusivamente tecnica, naturalmente senza pregiudicare il rigore, affinché lo studente apprenda ed acquisisca una padronanza della comunicazione e proponga, in sede di esame orale, una esposizione chiara e corretta.

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

- Consolidamento degli strumenti cognitivi per l'applicazione continua e lo sviluppo delle proprie conoscenze e capacità professionali e sviluppo delle competenze connesse al meta-apprendimento.

L'ampia esposizione dello studente alle materie di base permette la formazione di metodologie di apprendimento che vanno oltre il percorso formativo triennale e consentono

il proseguimento degli studi nel percorso magistrale o in altri percorsi specialistici e l'aggiornamento professionale continuo anche a livello individuale. Ma, soprattutto, è l'impatto con le discipline caratterizzanti ed affini, tipiche della scienza ingegneristica, comportanti molteplici soluzioni dei problemi, non esatte, ma euristiche ed approssimate, in quanto valide all'interno delle ipotesi iniziali e delle tolleranze ammesse che stimola il discente a compiere il grande passo che "dalle scienze esatte" lo conduce verso gli inesplorati orizzonti propri dell'arte dell'ingegneria e del problem-solving, generando nuove competenze e favorendo l'apprendimento relativo al come apprendere.

- Conoscenza dei contesti contemporanei, anche in relazione ai programmi di mobilità studentesca (Erasmus) attivati dal CdS in Ingegneria Meccanica fin dalla loro istituzione ed ormai ampiamente consolidati. Si intende raggiungere tali risultati favorendo al massimo gli scambi, sia di studenti che vanno all'estero in università o aziende, sia di studenti stranieri che trascorrono un periodo di studi presso l'Università di Cagliari.

- Conoscenza dei contesti aziendali e della cultura d'impresa.

Si intende raggiungere tali risultati interconnettendo i corsi dei settori di Ingegneria Economico Gestionale e di Impianti Industriali Meccanici, mediante una proposta, fortemente incoraggiata per ogni singolo studente, di un tirocinio aziendale seguito da una relazione con proposte innovative, da esporre e discutere eventualmente associata alla prova di laurea.

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

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

Per essere ammessi al Corso di laurea in ingegneria meccanica occorre essere in possesso del diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo conseguito all'estero riconosciuto idoneo. Sono inoltre richieste le seguenti capacità e conoscenze iniziali:

Capacità di comprensione del testo scritto e della lingua italiana parlata tali da permettere di individuare gli aspetti fondamentali di problemi scientifici semplici.

Capacità logiche tali da permettere di astrarre gli aspetti principali di problemi semplici.

Conoscenza ed abilità di utilizzare gli strumenti basilari della matematica:

- Aritmetica ed algebra: proprietà e operazioni sui numeri. Valore assoluto. Potenze e radici. Logaritmi ed esponenziali. Calcolo letterale. Operazioni sui polinomi.

Equazioni e disequazioni algebriche di primo e secondo grado. Sistemi di equazioni di primo grado.

- Geometria: segmenti ed angoli: loro misura e proprietà. Rette e piani. Luoghi geometrici notevoli. Proprietà delle principali figure geometriche piane e relative lunghezze ed aree. Proprietà delle principali figure geometriche solide e relativi volumi ed aree della superficie.

- Geometria analitica e funzioni numeriche: coordinate cartesiane. Concetto di funzione. Equazioni di rette e di semplici luoghi geometrici. Grafici delle funzioni elementari. Calcoli con l'uso dei logaritmi.

- Trigonometria: grafici e proprietà delle funzioni seno, coseno e tangente. Principali formule trigonometriche.

Conoscenza ed abilità di utilizzare gli strumenti base della fisica e della chimica:

- Meccanica: grandezze scalari e vettoriali, concetto di misura di una grandezza fisica; unità di misura; definizione di grandezze fisiche fondamentali.

- Termodinamica: concetti di temperatura, calore, calore specifico, dilatazione dei corpi, nozioni elementari sui principi della termodinamica.

- Elettromagnetismo: nozioni elementari d'elettrostatica (legge di Coulomb, campo elettrostatico e condensatori) e di magnetostatica (intensità di corrente, legge di Ohm e campo magnetostatico).

- Struttura della materia: conoscenza generale della struttura di atomi e molecole; nozioni elementari sui costituenti dell'atomo e sulla tavola periodica degli elementi; simbologia chimica e significato delle formule e delle equazioni chimiche.

Per l'accertamento di tali conoscenze gli studenti dovranno sostenere una prova di ingresso non selettiva. Se la verifica non è positiva sono previsti obblighi formativi aggiuntivi da soddisfare nel primo anno di corso.

Sono esentati dalla prova di ingresso gli studenti già iscritti ai Corsi di Studio delle Facoltà di Ingegneria che presenteranno istanza di passaggio.

### **Caratteristiche della prova finale**

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

Per essere ammessi all'esame di laurea occorre aver superato, con esito positivo, gli esami degli insegnamenti previsti nel piano degli studi, secondo le modalità di esame stabilite nel regolamento del Corso di Laurea. Inoltre, il numero di crediti complessivamente acquisiti durante il corso degli studi, comprensivo di quelli per la preparazione dell'esame finale, non deve essere inferiore a 180.

La prova finale consiste nella discussione di un elaborato scritto (o più di uno), volto ad accertare la preparazione tecnico-scientifica e professionale del candidato. In particolare, il ruolo della prova finale è soprattutto quello di fornire allo studente l'opportunità di dimostrare, con lo svolgimento di una attività progettuale o professionale più in generale, le sue capacità di analisi, di sintesi, di giudizio critico e di comunicazione acquisite nel corso degli studi.

L'elaborato può essere associato allo svolgimento di un tirocinio professionale.

La Commissione d'esame è composta da 7 docenti della Facoltà. La valutazione finale è espressa in centodecimali.

### **Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

#### **(Decreti sulle Classi, Art. 3, comma 7)**

Le figure professionali caratteristiche dei laureati in ingegneria meccanica sono quelle che operano nel campo dell'energia, della progettazione meccanica, della produzione industriale, della gestione e dell'organizzazione dei sistemi produttivi, delle strutture tecnico-commerciali, sia nella libera professione che nelle imprese manifatturiere o di servizi e nelle amministrazioni pubbliche.

I laureati in ingegneria meccanica avranno, inoltre, la possibilità di proseguire il proprio percorso formativo iscrivendosi al successivo corso di laurea magistrale in ingegneria meccanica ovvero in altri corsi di livello superiore.

I principali sbocchi occupazionali dei laureati in ingegneria meccanica sono: industrie meccaniche ed elettromeccaniche; aziende ed enti per la produzione e la conversione dell'energia; industrie per l'automazione e la robotica; imprese manifatturiere e di processo per la produzione, l'installazione e il collaudo, la manutenzione e la gestione di macchine, linee e reparti di produzione, sistemi complessi.

Essi sono classificati dall'ISTAT nella classe 2 (Professioni intellettuali scientifiche e di elevata specializzazione), con i codici 2.2.1.1.1.(Ingegneri Meccanici) e 2.2.1.9.2 (Ingegneri Industriali e Gestionali).

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

- ingegnere industriale junior
- perito industriale laureato

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

- Ingegneri meccanici - (2.2.1.1.1)
- Ingegneri industriali e gestionali - (2.2.1.7.0)

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

Presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, la classe dell'Ingegneria Industriale ha visto, tradizionalmente, la presenza dei Corsi di Studi in Ing. Meccanica, Elettrica e Chimica. Di recente si è aggiunta Ing. Biomedica. Nel corso degli anni si sono formate competenze specifiche nel campo sia della didattica che della ricerca; solidi e diffusi sono i contatti con il tessuto imprenditoriale e industriale della Regione Sardegna, così come i rapporti di collaborazione scientifica con le altre università italiane e internazionali. Questa realtà ha costituito il primo motivo per mantenere i Corsi di Studi attualmente presenti. Ma la volontà di conservare la differenziazione dei percorsi formativi è anche giustificata dalle considerazioni sugli sbocchi professionali dei laureati. Infatti, benché alcuni sbocchi possano essere raggiunti da tutti i laureati

nella Classe dell'Ingegneria Industriale, grazie alla preparazione ad ampio spettro che caratterizza i Corsi di Studi, molte delle occupazioni previste hanno caratteristiche specifiche, e talora esclusive, dei diversi settori. Per questo motivo i percorsi formativi dei quattro Corsi di Studi sono ben differenziati (a parte i 60 CFU comuni richiesti dalla legge).

In particolare, il corso di Laurea in Ingegneria Meccanica, attivo presso l'Università di Cagliari sin dal 1965, è diventato nel tempo un punto di riferimento per il tessuto industriale della Sardegna.

Il Corso di laurea forma figure professionali in grado di rispondere a specifiche richieste, provenienti dal territorio, per quanto attiene, fra l'altro, la progettazione meccanica, la gestione delle problematiche energetiche e la produzione industriale.

L'analisi occupazionale dimostra che l'offerta didattica consente un sostanziale soddisfacimento delle aspettative delle parti interessate.

**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 §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/03 Geometria MAT/05 Analisi matematica MAT/08 Analisi numerica	27	33	-
Fisica e chimica	CHIM/07 Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 Fisica sperimentale	16	21	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 36:</b>		43		

<b>Totale Attività di Base</b>	43 - 54
--------------------------------	---------

#### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Ingegneria energetica	ING-IND/08 Macchine a fluido ING-IND/09 Sistemi per l'energia e l'ambiente	10	16	-
Ingegneria gestionale	ING-IND/17 Impianti industriali meccanici ING-IND/35 Ingegneria economico-gestionale	8	14	-
Ingegneria meccanica	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	42	48	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		60		

<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>	60 - 78
--	---------

## Attività affini

ambito: Attività formative affini o integrative		CFU	
intervallo di crediti da assegnarsi complessivamente all'attività (minimo da D.M. 18)		28	40
A11	ING-IND/06 - Fluidodinamica ING-IND/08 - Macchine a fluido ING-IND/10 - Fisica tecnica industriale ING-IND/12 - Misure meccaniche e termiche ING-IND/31 - Elettrotecnica	22	28
A12	ING-IND/08 - Macchine a fluido 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 ING-IND/17 - Impianti industriali meccanici ING-IND/22 - Scienza e tecnologia dei materiali ING-IND/35 - Ingegneria economico-gestionale	6	12

<b>Totale Attività Affini</b>	28 - 40
-------------------------------	---------

## 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	4	10
	Per la conoscenza di almeno una lingua straniera	2	4
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	4
	Abilità informatiche e telematiche	2	4
	Tirocini formativi e di orientamento	-	-
	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		0	5

<b>Totale Altre Attività</b>	20 - 39
------------------------------	---------

## Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>180</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	<b>151 - 211</b>

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

(ING-IND/06 ING-IND/08 ING-IND/09 ING-IND/10 ING-IND/12 ING-IND/13 ING-IND/14 ING-IND/15 ING-IND/16 ING-IND/17 ING-IND/22 ING-IND/31 ING-IND/35 )

Nella progettazione del Corso di Laurea in Ingegneria meccanica, fin dal precedente ordinamento, si è scelto di non ricorrere ad una differenziazione del percorso formativo con più curricula, ritenendo più opportuno fornire allo studente una preparazione trasversale all'ingegneria meccanica nei settori portanti che, per tradizione nell'Ateneo di Cagliari e per caratterizzazione del contesto locale, sono quelli della progettazione e della produzione meccanica e della produzione e conversione dell'energia, rinviando la formazione specifica agli eventuali studi successivi. Ciò ha portato a considerare come caratterizzanti numerosi Settori Scientifico-Disciplinari degli ambiti dell'Ingegneria Meccanica, dell'Ingegneria Energetica e dell'Ingegneria Gestionale, riservando ad essi un numero di crediti sensibilmente superiore a quello minimo previsto per la classe, e come complementari, da classificare come affini o integrativi, settori come quello dell'Elettrotecnica (ING-IND/31) e delle Misure (ING-IND/12), non sempre incluso tra i settori caratterizzanti a livello nazionale. Tra le attività affini e integrative sono sempre stati considerati anche gli insegnamenti di Fluidodinamica (ING-IND/06) e Termodinamica Tecnica (ING-IND/10) e poiché, per questi, c'è carenza di docenza in Facoltà, si inserisce anche il settore ING-IND/08 nel quale è presente una maggiore disponibilità di docenza qualificata e che può offrire insegnamenti equivalenti, non presenti tra le materie caratterizzanti.

Al settore della Scienza delle costruzioni (ICAR/08), solitamente considerato ai fini delle attività affini o integrative, si supplisce con un insegnamento del ING-IND/14 - nel quale è peraltro presente una maggiore disponibilità di docenza qualificata - anche attraverso una più razionale e coerente articolazione delle inerenti attività formative.

Gli altri settori già presenti fra le attività caratterizzanti, previsti e riportati nel 2° gruppo con un numero di crediti limitato, servono a considerare la possibilità di una scelta opzionale degli studenti su attività con caratteristiche applicative professionalizzanti da collegare allo svolgimento del tirocinio e/o della prova finale.

**Note relative alle altre attività**

**Note relative alle attività di base**

**Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 23/03/2011