

MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

Modulo Proposta Accreditamento dei dottorati - a.a. 2022/2023
codice = DOT13A7511

Denominazione corso di dottorato: INGEGNERIA MECCANICA E INDUSTRIALE

1. Informazioni generali

Corso di Dottorato

Il corso è:	Rinnovo	
Denominazione del corso	INGEGNERIA MECCANICA E INDUSTRIALE	
Cambio Titolatura?	NO	
Ciclo	38	
Data presunta di inizio del corso	01/01/2023	
Durata prevista	3 ANNI	
Dipartimento/Struttura scientifica proponente	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	
Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accREDITAMENTO ai sensi dell'art 5 comma 2, DM 226/2021	10	
Dottorato che ha ricevuto accREDITAMENTO a livello internazionale (Joint Doctoral Program):	NO	se altra tipologia: -
Il corso fa parte di una Scuola?	NO	
Presenza di eventuali curricula?	NO	
Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato	http://ingegneria.uniroma3.it/ricerca/dottorati-di-ricerca/dottorato-di-ricerca-in-ingegneria-meccanica-e-industriale/	

Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso

Descrizione del progetto:

Il corso di dottorato si propone come sede privilegiata per lo svolgimento di attività di ricerca di alto livello e internazionalmente competitive nel settore dell'ingegneria meccanica ed industriale.

La complementarità delle molteplici competenze scientifiche presenti nel dottorato consente ai futuri dottori sia di affrontare con successo, tramite un approccio multidisciplinare, tematiche di ricerca innovative sia di contribuire significativamente all'avanzamento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche negli ambiti propri dell'ingegneria industriale e meccanica.

Le attività formative e di ricerca sono allineate alle più recenti tendenze di sviluppo tecnologico ed innovazione, quali la sostenibilità nelle sue diverse accezioni, la transizione energetica, la digitalizzazione dei prodotti e processi, la salute e benessere, al fine di fornire competenze qualificanti anche per la professione dell'ingegnere industriale.

Il corso ha lo scopo di fornire e affinare le conoscenze e le competenze necessarie per esercitare, presso università, enti pubblici o soggetti privati, attività di ricerca di alta qualificazione (anche ai fini dell'accesso alle carriere nelle amministrazioni pubbliche e dell'integrazione di percorsi professionali di elevata innovatività) nei seguenti ambiti disciplinari: Macchine e Sistemi per l'Energia e l'Ambiente; Meccanica Applicata alle Macchine, Fisica Tecnica e Ingegneria Nucleare; Misure; Progettazione Industriale, Costruzioni Meccaniche e Metallurgia; Impianti Industriali Meccanici; Tecnologie e Sistemi di Lavorazione; Ingegneria Sanitaria-Ambientale, Ingegneria degli Idrocarburi e Fluidi nel Sottosuolo, della Sicurezza e Protezione in Ambito Civile; Ingegneria dell'Energia Elettrica; Ingegneria Economico-Gestionale riconducibili ai Settori Scientifico Disciplinari (SSD) presenti nella declaratoria del corso.

Tali competenze sono riferite ai metodi e alla modellistica dell'ingegneria industriale, all'ingegneria dei sistemi, all'analisi, progetto e realizzazione di componenti e sistemi meccanici, anche automatizzati e robotici, destinati a qualsivoglia campo applicativo, sia negli aspetti funzionali che costruttivi e strutturali, tribologici e vibratorii, alle tecnologie ed ai processi di fabbricazione, agli impianti industriali, alla caratterizzazione meccanica e tecnologica dei materiali, ai sistemi di lavorazione e trasformazione di materie prime e semi-lavorati ed in generale di produzione e distribuzione di beni e servizi dal punto di vista tecnico ed economico-gestionale, ai veicoli e sistemi di trasporto, ai metodi e ai sistemi di misura, taratura e collaudo sia in ambito industriale che biomedicale, alle applicazioni della termotecnica in contesti industriali, civili ed ambientali, alle macchine, agli impianti ed ai sistemi sia elettrici ed elettronici di potenza che a fluido per la conversione, l'utilizzo, il risparmio ed il recupero dell'energia da fonti convenzionali e rinnovabili per gli usi civili ed industriali e la mobilità sostenibile.

In particolare, le suddette tematiche sono riferite all'intera filiera dello sviluppo, progettazione, realizzazione, produzione, distribuzione, esercizio e fine vita di macchine, opere di ingegneria, beni e servizi. Fortemente sentite sono le problematiche dell'impatto ambientale e quelle connesse alla sicurezza ed analisi del rischio. Grande importanza è data agli aspetti di qualità, affidabilità e robustezza delle soluzioni in presenza di incertezze. Il corso di dottorato, a cui afferiscono docenti coinvolti nei corsi di laurea tenuti presso il Polo di Ostia, è altresì proiettato verso attività di ricerca riguardanti le applicazioni industriali in ambiente marino offshore tese alla valorizzazione delle risorse in un'ottica di sviluppo rispettoso dell'ambiente, con enfasi sulla conversione energetica da fonti di energia rinnovabile.

La complementarità delle molteplici conoscenze e competenze scientifiche presenti nel dottorato consente ai futuri dottori sia di affrontare con successo, tramite un approccio multidisciplinare, tematiche di ricerca innovative sia di contribuire significativamente all'avanzamento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche negli ambiti propri dell'ingegneria industriale e meccanica.

Obiettivi del corso:

L'obiettivo generale del corso è approfondire e integrare le conoscenze e le competenze specifiche proprie dei settori scientifici dell'ingegneria meccanica e industriale, al fine di creare una base di competenze allineata con i più recenti sviluppi della tecnologia e della ricerca teorica e applicata. In questo modo il dottorato si propone come un percorso capace di formare ricercatori e professionisti pienamente competenti nei metodi e negli strumenti propri della ricerca scientifica, ponendo i presupposti per rendere costoro protagonisti nello sviluppo robusto e strutturato di innovazione di prodotto e processo per le sfide dell'industria e della società in genere.

Il progetto formativo è strutturato in modo da ampliare ed approfondire la preparazione ottenuta durante i corsi di laurea, al fine di fornire elementi idonei a potenziare la capacità del futuro dottore di ricerca nella risoluzione di problemi scientifici, nella riflessione critica e nell'assunzione di decisioni. L'acquisizione di competenze relative agli aspetti sia di modellazione, sia di sperimentazione, condotta in sinergia tra università e imprese, è attuata mediante processi di innovazione e trasferimento tecnologico che consentono di potenziare le condizioni di supporto alla ricerca e all'innovazione.

Il corso di dottorato, proponendosi come struttura organizzativa e di coordinamento di attività di ricerca nell'ambito di settori scientifici appartenenti alle aree dell'ingegneria meccanica ed industriale intende rispondere all'esigenza di fornire competenze multidisciplinari capaci di proporre, sviluppare e valutare soluzioni nell'ottica di uno sviluppo sostenibile.

Il dottorato si inserisce in un contesto di ricerca di elevato livello, caratterizzato da collaborazioni nazionali ed internazionali con scuole ed enti di ricerca di eccellenza. Proprio per consentire la mobilità in termini di partecipazione a congressi, soggiorni in altri atenei o centri di ricerca, sono attivati progetti specifici (Erasmus) e sono messi a disposizione fondi oltre alla borsa di dottorato.

Particolare attenzione è inoltre rivolta verso lo sviluppo di 'soft skill' che consentono di arricchire l'elenco delle abilità acquisite dal futuro dottore di ricerca.

La progettazione e la gestione della formazione dottorale sono strutturate coerentemente con le strategie adottate dall'Ateneo in merito al sistema di assicurazione della qualità.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti

La natura multidisciplinare del corso e l'attenzione rivolta verso l'evoluzione del mondo del lavoro e del ruolo dell'ingegnere nel definire il percorso formativo contribuiscono ad incrementare in modo significativo le opportunità occupazionali.

A ciò contribuiscono le molteplici attività incardinate in progetti di ricerca applicata e industriale che vedono l'impegno dei dottorandi e le consolidate collaborazioni con aziende o altri enti di ricerca a livello nazionale e internazionale.

Lo sviluppo di competenze avanzate di modellazione e di analisi sperimentale, il consolidamento delle conoscenze di base, l'attenzione verso i 'soft skill' e verso il ruolo sociale dell'ingegnere rendono i dottori di ricerca capaci di ricoprire con efficacia ruoli ed incarichi professionali di sicuro interesse per il mondo industriale. Queste capacità integrano e completano quelle tipicamente orientate ad un percorso professionale incentrato sulla ricerca di base nel contesto accademico o presso centri di ricerca. La figura professionale che ne risulta è allineata con i profili che i principali osservatori del mondo del lavoro delineano come necessari nel prossimo futuro oltre che a livello industriale anche all'interno della pubblica amministrazione, delle authority e delle organizzazioni internazionali. L'alta formazione garantita dai corsi offerti è messa a frutto partecipando a seminari, conferenze e workshop tematici (spesso promossi e cofinanziati dal corso o organizzati nell'ambito di progetti di ricerca) per la presentazione dell'avanzamento delle attività in presenza di rappresentanti del mondo accademico, dell'industria e della ricerca applicata. Queste attività offrono ai candidati l'opportunità di diffondere e condividere il loro livello formativo durante il triennio, cosa che spesso si traduce in proposte di assunzione anche prima del conseguimento del titolo.

Coerenza con gli obiettivi del PNRR

Il progetto di dottorato "Analisi e modellazione dei transitori di esercizio di compressori industriali" si inserisce nel contesto della promozione e valorizzazione dell'alta formazione nelle discipline STEM (Science, Technology, Engineering e Mathematics) e nell'ambito delle tematiche volte ad apportare un significativo sviluppo della conoscenza, anche applicata, in vari campi di interesse del PNRR.

La tematica offre l'opportunità di stimolare e sostenere i principi orizzontali alla base del PNRR quali la capacità di adattamento alle sfide tecnologiche e ambientali, l'interdisciplinarietà, l'adesione a reti internazionali, l'intersectorialità.

La complementarità delle molteplici competenze scientifiche presenti nel Dottorato in Ingegneria Meccanica e Industriale nel quale la proposta si inserisce, ha consentito di affrontare con successo, tramite un approccio multidisciplinare, tematiche di ricerca innovative, di contribuire significativamente all'avanzamento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche negli ambiti propri dell'ingegneria industriale e meccanica. Nel tempo, il Dottorato in Ingegneria Meccanica e Industriale ha favorito e alimentato la creazione di reti di collaborazioni internazionali, come attestato dalle partecipazioni congiunte a numerosi programmi di ricerca nazionali e internazionali. I dottorandi si trovano pertanto inseriti in un contesto di sinergia tra università e imprese, di collaborazioni nazionali e internazionali, prendendo parte sin dall'inizio del loro percorso di formazione a processi di innovazione e di trasferimento tecnologico.

Le attività di studio e ricerca previste nel progetto di alta formazione presentato riguardano lo sviluppo di tecnologie, di strumenti di calcolo, di analisi e di simulazione che sono fondamentali per l'innovazione nei molteplici settori in cui la tecnologia della compressione dei gas è determinante.

L'affinamento degli aspetti tecnologici relativi la compressione del gas si ritiene necessario per lo sviluppo di sistemi in grado di raggiungere gli obiettivi auspicati sia nell'ambito della "transizione verde", sia nell'ambito degli "scenari energetici del futuro".

Il progetto di ricerca del dottorato ambisce al raggiungimento di propri obiettivi scientifici (tra cui efficientamento dei processi industriali, riduzione dell'impatto ambientale e dei gas serra), anche in virtù della forte sinergia con una fra le più qualificate imprese nel settore della compressione dei gas a livello internazionale (CST di Firenze e aziende partner in Canada e USA), permettendo al futuro dottore di ricerca di inserirsi fra i soggetti responsabili del processo di transizione verde nei settori dell'energia, della ricerca scientifica e dell'industria. Coerentemente con le attività di formazione e ricerca previste per il futuro dottore di ricerca, sono previsti periodi di attività presso imprese all'estero.

Il dottorato assicura un continuo monitoraggio dello svolgimento del progetto di ricerca del dottorando al fine di perseguire gli obiettivi di innovazione e trasferimento tecnologico propri del progetto.

2. Eventuali curricula

Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato

La sezione è compilabile solo se nel punto "Corso di Dottorato" si è risposto in maniera affermativa alla domanda "Presenza di eventuali curricula?"

3. Collegio dei docenti

Coordinatore

Cognome	Nome	Ateneo Proponente:	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN
CHIAVOLA	Ornella	ROMA TRE	Ingegneria Industriale,	Professore Ordinario	09/C1	09

Cognome	Nome	Ateneo Proponente:	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN
			<i>Elettronica e Meccanica</i>	<i>(L. 240/10)</i>		

Componenti del collegio (Personale Docente e Ricercatori delle Università Italiane)

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD
1.	<i>ALFARO DEGAN</i>	<i>Guido</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>08/A2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/28</i>
2.	<i>BARLETTA</i>	<i>Massimiliano</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>09/B1</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/16</i>
3.	<i>BELFIORE</i>	<i>Nicola Pio</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>09/A2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/13</i>
4.	<i>BOTTA</i>	<i>Fabio</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Ricercatore confermato</i>	<i>09/A2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/13</i>
5.	<i>CAPUTO</i>	<i>Antonio Casimiro</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario</i>	<i>09/B2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/17</i>
6.	<i>CHIAVOLA</i>	<i>Ornella</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>09/C1</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/08</i>
7.	<i>CICCONI</i>	<i>Paolo</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)</i>	<i>09/A3</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/15</i>
8.	<i>CRESCIMBINI</i>	<i>Fabio</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario</i>	<i>09/E2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/32</i>
9.	<i>DE LIETO VOLLARO</i>	<i>Roberto</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>09/C2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/11</i>
10.	<i>EVANGELISTI</i>	<i>Luca</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica</i>	<i>Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)</i>	<i>09/C2</i>	<i>09</i>	<i>ING-IND/11</i>

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD
					24 c.3-b L. 240/10)			
11.	GIORGETTI	Alessandro	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Professore Associato (L. 240/10)	09/A3	09	ING- IND/14
12.	GIOVANNELLI	Ambra	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Ricercatore confermato	09/C1	09	ING- IND/08
13.	LIPPIELLO	Dario	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Professore Associato (L. 240/10)	08/A2	09	ING- IND/28
14.	PALMIERI	Fulvio	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Professore Associato (L. 240/10)	09/C1	09	ING- IND/08
15.	SALVINI	Coriolano	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Professore Associato confermato	09/C1	09	ING- IND/09
16.	SCIUTO	Salvatore Andrea	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Professore Ordinario	09/E4	09	ING- IND/12
17.	SCORZA	Andrea	ROMA TRE	Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica	Professore Associato (L. 240/10)	09/E4	09	ING- IND/12

4. Progetto formativo

Attività didattica programmata/prevista

Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
1.	Metodi geostatistici per la ricostruzione spaziale di variabili ambientali	16	primo anno secondo anno	Il corso si propone di fornire strumenti operativi utili alla modellizzazione		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>dei fenomeni naturali che si sviluppano su base spazio/temporale . A partire dalla definizione di variabile regionalizzata, attraverso la formalizzazione della funzione variogramma correlata, anche mediante la modellizzazione delle anisotropie più ricorrenti, verranno presentati metodi di ricostruzione spaziale di tipo lineare monovariabile quali Kriging e multivariabile quale Co Kriging. La presentazione di un caso di studio attraverso l'utilizzo di alcuni dei software più utilizzati in ambito geostatistico, contribuirà a fornire un esempio di implementazione di quanto presentato.</i></p>		
2.	<p><i>Permanent Magnet Electric Machines Design</i></p>	8	<p><i>primo anno secondo anno</i></p>	<p><i>Permanent magnet (PM) electrical machine design is one of the most important skill sets needed to stay</i></p>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>competitive in the motors and generators industry. This intensive course covers the design of several types of PM machines, including internal PM, surface PM, and brushless DC machines. You will gain essential information on the various types of PM machines used in traction motors, industrial motors, aerospace motors, appliance motors, and generator designs. The course outlines include the following: introduction to PM machine design concerning machine configurations such as Surface PM, Internal PM, Brushless DC and PM assisted; Permanent Magnet fundamentals and trends including Br, Hc, and energy density of magnet types, equivalent circuits for PMs and PM machine modeling, energy</i></p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>density, remaining flux, and coercive force, temperature effect, losses, Price trends; PM Machine Power and Torque Equations; Sizing Equations for PM machines concerning electric loading, magnetic loading, Shear stress; Thermal Analysis and Cooling and Ventilation Systems including Conduction, convection, and radiation, FEA and lumped-parameters equivalent-networks, fan ventilation, liquid cooling.</i></p>		
3.	<i>Electric Propulsion Drives and Systems</i>	8	<p><i>primo anno secondo anno</i></p>	<p><i>Fundamental of electrical machines: DC machines: fundamentals, equivalent electrical circuit, design rules, design and layout constraints, manufacturing processes, industrial and economic aspects, examples of vehicle applications.</i></p>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>Synchronous machines: fundamentals, equivalent electrical circuit, design rules, design and layout constraints, manufacturing processes, industrial and economic aspects, examples of application of vehicle. Induction machines: fundamentals, equivalent electrical circuit, design rules; design and layout constraints; manufacturing processes, industrial and economic aspects; examples of application of vehicle. Cooling: cooling technologies, design rules, electrical machines heat losses calculation. Power electronics for machines control: choppers, inverters, rectifiers; technology, design and operation; characteristics, layout constraints,</i></p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>thermal aspects; electromagnetic compatibility; manufacturing processes, industrial and economic aspects; examples of vehicle applications. Power components: fundamentals, design and operations; conduction and switching losses; cooling (technologies, operation and design). Energy management with electric or hybrid vehicles. Torque and speed control issues. PWM construction and theory. DC machines torque control. Vector control. Park equations. Flux and torque control of synchronous and induction machines. Electric machines modeling and simulation with equivalent circuits. DC machine modeling and simulation. DC machine and chopper torque</i></p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>control modeling and simulation.</i> <i>Induction machine modeling and simulation.</i> <i>Synchronous machine modeling and simulation.</i> <i>Synchronous machine and three phase inverter torque control by oriented vector control modeling and simulation.</i></p>		
4.	<p><i>High Pressure Fuel Injection Systems for Internal Combustion Engines</i></p>	12	<p><i>primo anno</i> <i>secondo anno</i></p>	<p><i>The course is geared towards the training of doctoral students in the field of industrial engineering. The course covers the fundamental topics of fuel injection (and fuel handling) for internal combustion engines. Considering the contents and the level of teaching, the course is suitable for those who intend to operate both in the field of academic research and in the field of industrial research. The course covers the following areas of knowledge:</i></p>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<ul style="list-style-type: none"> · <i>Basic and advanced knowledge on the functional characteristics of high pressure injection systems for reciprocating engines and gas turbines</i> · <i>Analysis of the dynamic behavior of electro-hydraulic and purely hydraulic injection systems. Main experimental techniques for fuel rate of injection and spray diagnostics. Alternative fuels and their impact on injection system behavior</i> · <i>Acquisition of the skills required to model diesel injection systems and components (lumped parameter approach and 3-D CFD approach).</i> 		
5.	<i>Hydraulic Control Systems</i>	12	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>The course is geared towards the training of doctoral students in the field of industrial engineering. The course covers the fundamental topics of hydraulics and</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>fluid-power. Considering the contents and the level of teaching, the course is suitable for those who intend to operate both in the field of academic research and in the field of industrial research. Among the various themes, the course covers the following areas of knowledge:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>· Basic and advanced knowledge on the functional characteristics of hydraulic components in stationary conditions</i> <i>· Analysis of the dynamic behavior of hydraulic components and hydraulic systems; stability analysis of integrated systems (based on mechanical, hydraulic and electric subcomponents)</i> <i>· Acquisition of the skills required to design hydraulic and pneumatic components and systems, in complex architectures.</i> 		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>Design of hydraulic systems for industrial automation and mechatronics.</i>		
6.	<i>Misure di grandezze dinamiche</i>	24	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso consentirà all'Allievo di approfondire temi sulle misure di grandezze meccaniche e termiche variabili nel tempo. Verranno esaminate le caratteristiche dinamiche della strumentazione e dei sistemi di acquisizione automatica, assieme all'illustrazione dei principali linguaggi di programmazione per strumenti di misura. Verranno inoltre esaminate alcune problematiche connesse alle principali metodologie di misura e di analisi dei dati derivanti da misure dinamiche (forza, vibrazioni e accelerazione, pressione, ecc.)</i>		<i>SI</i>
7.	<i>Qualità delle misure sperimentali</i>	24	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso consente all'Allievo di approfondire temi sulla qualità delle misure</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p>sperimentali, con particolare riferimento a grandezze fisiche di tipo meccanico e termico. In particolare, vengono richiamati i criteri per la selezione dei componenti della catena di misura, sulla base di un approccio integrato che tiene conto, oltre che delle caratteristiche metrologiche di maggior rilievo e dei principi di funzionamento dei dispositivi, anche della valutazione dei requisiti propri del contesto applicativo. Vengono esaminati aspetti e concetti generali in merito ai requisiti e alla gestione dei processi di misura e della conferma metrologica della strumentazione, insieme alla redazione di relazioni tecnico-scientifiche. Trova inoltre spazio l'illustrazione delle principali problematiche connesse al</p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>processo di taratura dei sistemi di misura, anche con riferimento a casi di studio appartenenti a contesti industriali e di ricerca applicata.</i>		
8.	<i>Innovazione tecnologica e gestione dei processi di sviluppo di nuovi prodotti</i>	6	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso è finalizzato a descrivere il processo di sviluppo di un prodotto innovativo all'interno dei processi aziendali di gestione dell'innovazione. Si discutono i vari criteri di classificazione delle innovazioni e la dinamica dei processi di innovazione. Si descrivono le fasi del processo di sviluppo di un prodotto innovativo analizzando modalità di esecuzione, problematiche e rischi di ciascuna di esse, adottando un approccio sistemico e ponendo l'enfasi sul punto di vista manageriale-aziendale. Si conclude il corso con l'analisi di</i>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>casi di studio ed esempi applicativi accennando anche alle problematiche specifiche della creazione di startup innovative.</i>		
9.	<i>Vibrazioni di piastre e gusci</i>	30	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Nel corso saranno illustrati i modelli più utilizzati per lo studio delle vibrazioni di piastre e gusci. Una volta introdotti gli elementi base di geometria differenziale di curve e superfici si esporranno le diverse ipotesi cinematiche che sono alla base delle differenti teorie (Kirchhoff-Love e Reissner-Mindlin). Tramite gli opportuni legami costitutivi si perverrà alle equazioni della dinamica dalle quali si calcoleranno modi, frequenze proprie e la risposta a un generico carico dinamico attraverso la tecnica dell'analisi modale. In particolare verranno</i>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>illustrate le applicazioni ai gusci più comunemente utilizzati come i gusci cilindrici, sferici e conici.</i>		
10	<i>Laboratorio di processi di trasformazione di materie plastiche</i>	24	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso ambisce a fornire le basi per l'utilizzo di materiali plastici nei processi di lavorazione del fuso. Attenzione sarà, in particolar modo, posta sulle tecniche di preparazione di compound con sistemi bivate corotante. Saranno, inoltre, affrontate con approccio sperimentale le principali tecniche di lavorazione del compound con enfasi sui processi di estrusione e stampaggio. Infine, si introdurranno gli studenti all'impiego delle principali tecniche di caratterizzazione termo-meccaniche di semilavorati e dei prodotti finiti in plastica ingegnerizzata.</i>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
11	<i>Turbomacchine operanti con fluidi di lavoro non convenzionali</i>	12	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso si prefigge di fornire modelli e metodi per il design e l'analisi di turbomacchine operanti con fluidi reali. Saranno presentate e discusse le principali equazioni di stato per gas reali, si considererà come tener conto della presenza di umidità e come modellizzare miscele di gas e vapori. A partire da specifiche prestazionali e da vincoli prestabiliti di progetto, si discuterà il dimensionamento ottimizzato di turbomacchine operanti con tali fluidi, si affronterà l'analisi delle stesse in condizioni di fuori progetto. Inoltre, sarà affrontato il tema della regolazione della macchina e delle sue caratteristiche di funzionamento ai carichi parziali. Il corso consta in ore frontali di insegnamento in aula e di attività di laboratorio di</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>carattere numerico che lo studente svolgerà in base ad uno specifico caso studio assegnato.</i>		
12	<i>Tecniche diagnostiche non distruttive per la diagnosi energetica degli edifici</i>	8	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Efficienza energetica e comfort microclimatico sono aspetti differenti di uno stesso problema, quello della sostenibilità energetico-ambientale del patrimonio edilizio, il quale assorbe circa il 40% delle fonti energetiche convenzionali. Il problema diventa maggiore quando si parla di edifici esistenti, che in Italia costituiscono circa l'85% del patrimonio edilizio totale. Diviene quindi essenziale avviare un processo di riqualificazione ambientale, energetica ed economica dell'intero settore, attraverso la scelta di tecnologie costruttive e impiantistiche appropriate dal</i>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>punto di vista dell'integrazione e della compatibilità con il patrimonio esistente. Per questa ragione, è fondamentale realizzare una precisa anamnesi delle caratteristiche strutturali, materiche e costruttive dei sistemi tecnologici ed impiantistici che costituiscono il fabbricato. La diagnosi energetica indica un insieme di attività di rilievo, raccolta e analisi delle prestazioni del sistema edificio-impianto, allo scopo di individuare l'efficienza, le carenze e le cause di eventuali vulnerabilità dell'immobile. Per queste ragioni, il corso illustra le tecniche diagnostiche strumentali oggi disponibili per comprendere meglio il comportamento degli edifici.</i></p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
13	<i>Politiche di gestione dei sistemi energetici</i>	18	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso si pone l'obiettivo di fornire criteri e metodologie per la gestione di sistemi per produzione di potenza elettrica e termica. Altro obiettivo principale del corso è introdurre metodologie generali per l'impostazione di modelli funzionali, economici e ambientali di componenti elementari (apparecchiature di scambio termico, macchine, combustori, ecc.) e di impianti per la produzione di potenza termica ed elettrica. Nell'ambito del corso saranno presentate tecniche per il riconoscimento dello stato di funzionamento, per la diagnostica e per la stima del consumo di vita di macchine e apparecchiature. Il dottorando, alla fine del corso, sarà in grado di impostare l'analisi di problemi di</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>gestione a livello di singolo impianto e di parchi di centrali e di valutarne il risultato economico. Sarà altresì in grado di impostare modelli simulatori di componenti e impianti per la pianificazione della produzione in relazione alle politiche di gestione che si intendono adottare.</i></p>		
14	<p><i>Flow and combustion modelling in reciprocating engines</i></p>	12	<p><i>primo anno secondo anno</i></p>	<p><i>The course provides the fundamentals related to the modelling of thermo-fluid dynamic processes in reciprocating engines and in after-treatment devices. Different modelling approaches are presented and analyzed in detail with a focus on the phenomena in the intake/exhaust systems, in the cylinder (combustion development) and on the main thermo and fluid dynamic processes</i></p>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>involved in the devices used to abate the environmental impact of reciprocating engines (noise and pollutants emission in the atmosphere).</i>		
15	<i>Biofuel combustion</i>	12	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Performance, exhaust emissions and noise radiation of reciprocating engines and gas turbines fueled by biodiesel blends: -biomass and biofuels: feedstock and conversion technologies - analysis of the fuel characteristics in the frame of their employment; biodiesel blends - study of the combustion process with a focus on performance, pollutants formation and noise emission - analysis of the effect of engine operative conditions - aftertreatment systems for the environmental impact reduction: characterization of specific devices and</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<i>evaluation of their performance.</i>		
16	<i>Design of MEMS/NEMS</i>	8	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Introduction to Micro and Nano Technology. Properties of Silicon. Anisotropic characteristics at the macro and mesoscale. Generalized Hooke's Law. Mesoscopic physics from Classic to Quantum Physics. Survey on the new materials, technologies and experimental facilities in Nanotechnology. MEMS and compliant mechanisms. The pseudo-rigid body equivalent mechanism (PREM). The center of relative rotation between two adjacent pseudo-rigid bodies. Large deflections analysis of constant-curvature cantilever beams. Position of the pole of the displacement: numeric and closed-form solutions. The new CSFH</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>(Conjugate-Surfaces Flexure Hinge). MEMS Applications. Performance analysis, construction, design rules, tribological problems in silicon MEMS. Sensors: Capacitive, Optical, Piezoresistive, Piezoelectric, Compliant structure. IMU and sensor fusion. Actuators: Thermal, Electrostatic, Piezoelectric, Magnetic. Harvester, fluidic MEMS, Microvalves, Micropumps, Microgrippers, Gyroscopes, and in general Micromechanisms . Microfluidics applications: breakdown of continuum theory in fluidics, the no-slip and slip condition, slip in liquids, forces at interfaces, mixing, stirring and diffusion in low Reynolds number Fluids, implementing micromixers, fluid propulsion,</i></p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>electrokinetic effects, microfluidics components and applications. Energy harvesters: basic related physical considerations, the main components of an energy harvester: energy capturer, transducers (electromagnetic, piezoelectric, electrostatic), power conditioning, energy storage; application areas. NEMS Applications. Nanodevices. Doubly clamped CNT based resonator and other nanodevices. NEMS fabrication approaches: top-down and bottom up. Surface micromachining. Self-assembly. CNT synthesis methods. Basic properties of NEMS. NEMS attributes: Q and Operating power levels. Single CNT-based transducers and their applications.</i></p>		

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
17	<i>Metodologie di diagnosi avanzata per l'individuazione delle cause di rottura su componenti di autoveicoli</i>	6	<i>primo anno secondo anno</i>	<i>Il corso si prefigge l'obiettivo di fornire le metodologie per l'individuazione delle cause di rottura di componenti meccanici, in particolar modo in ambito automobilistico. Dopo una breve introduzione sui tipi di rotture che si possono presentare nei principali componenti utilizzati in ambito automobilistico, si analizzeranno le principali cause di rotture meccaniche. Attraverso lo studio di esempi pratici, verranno illustrare le principali metodologie da seguire per una ricostruzione sistematica delle cause di rottura. In ambito automobilistico questa analisi può risultare utile nello stabilire se un componente abbia ceduto a causa di un incidente o, viceversa, se la sua rottura sia stata la causa del sinistro.</i>		<i>SI</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				<p><i>Un'ultima parte del corso è dedicata ai principali sistemi di diagnosi che possono essere di ausilio nello studio proposto.</i></p>		
18	<p><i>Introduzione ai piani sperimentali</i></p>	6	<p><i>primo anno secondo anno</i></p>	<p><i>Il corso sviluppa le tematiche della progettazione degli esperimenti (Design of Experiments - DOE) andando a fornire una introduzione alla scelta del design nelle varie situazioni sperimentali (piani di screening, di caratterizzazione, di ottimizzazione). Verranno quindi introdotti i piani fattoriali (completi e frazionati) e le superfici di risposta. L'attività si svolgerà anche attraverso esercitazioni che utilizzando software di analisi permettano una valutazione dei risultati dei piani sperimentali anche dal punto di vista statistico.</i></p>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
19	<p><i>Progettazione degli impianti termotecnici mediante protocollo BIM REVIT</i></p>	20	<p><i>primo anno secondo anno</i></p>	<p><i>Nel Corso in questione si insegna nel dettaglio ad utilizzare nei propri progetti il metodo BIM, ovvero la rappresentazione digitale parametrica delle caratteristiche fisiche, tecniche e funzionali relative al sistema edificio-impianti dalla diagnosi energetica, al dimensionamento / rappresentazione fino al suo ciclo di vita. Il corso ha l'obiettivo di avviare lo studio di fattibilità, il dimensionamento e le progettazione degli impianti in modalità BIM multidisciplinari. Partendo dalla collaborazione interdisciplinare, passando attraverso l'organizzazione di modelli aggregati e federati, il manuale affronta il workflow professionale per produrre i modelli BIM delle tre sottodiscipline – impianti meccanici</i></p>		SI

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Verifica finale
				(HVAC), idraulici ed elettrici – ricavandone le basi dai progetti architettonici.		

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

Totale ore medie annue: 88.67 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 19

Di cui è prevista verifica finale: 19

Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)
1.	<i>Seminari</i>	<i>Frequenza di seminari specifici dei loro temi di ricerca, e di seminari generali di ampio respiro, sia all'interno dell'attività seminariale del Dipartimento sia, dei singoli gruppi di ricerca, sia dell'Ateneo. È incoraggiata la frequenza a seminari organizzati da altri Atenei e Enti di Ricerca.</i>
2.	<i>Attività di laboratorio</i>	<i>L'attività di laboratorio, sperimentale o computazionale, è pressoché ubiqua negli argomenti di Tesi, e pertanto la quasi totalità delle dottorande / dei dottorandi svolgono attività di laboratorio durante la loro formazione.</i>
3.	<i>Perfezionamento linguistico</i>	<i>I dottorandi possono usufruire dei corsi di lingua organizzati dal Centro Linguistico di Ateneo http://www.cla.uniroma3.it. Ove necessario, e in particolare per i dottorandi non di madrelingua italiana, il Dottorato in Ingegneria Meccanica e Industriale supporta l'iscrizione ai corsi di Italiano al fine di un migliore inserimento nel tessuto sociale.</i>
4.	<i>Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali</i>	<i>I dottorandi frequentano gli incontri organizzati annualmente dall'Agenzia per la Ricerca di Ateneo riguardanti in particolare la partecipazione a progetti UE. In funzione delle specificità dei gruppi ai quali afferiscono i dottorandi maturano competenze anche sulle modalità di presentazione di progetti in risposta a bandi competitivi nazionali ed internazionali.</i>
5.	<i>Valorizzazione e disseminazione dei risultati,</i>	<i>Valorizzazione della ricerca attraverso la partecipazione a conferenze e workshop e la scrittura di articoli scientifici. Frequenza agli incontri organizzati annualmente dal Sistema Bibliotecario di Ateneo</i>

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)
	<i>della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca</i>	<i>(https://sba.uniroma3.it) con IEEE: "Xplore and authorship", al fine di sfruttare al meglio la banca dati IEEEExplore e di sviluppare efficaci strategie di scrittura degli articoli scientifici. Accesso aperto alle pubblicazioni fortemente incoraggiato attraverso convenzioni con i principali editori (Cambridge University Press, Springer, Elsevier).</i>
6.	<i>Principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità</i>	<i>Seminari di etica e plagio nella pubblicazione scientifica Corsi/workshop che l'Ateneo organizza in base al piano per le pari opportunità, raggiungibile da https://host.uniroma3.it/progetti/at/download/All-Z%20Piano%20per%20le%20attivit%C3%A0%20di%20genere.pdf</i>

Soggiorni di ricerca

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	<i>SI</i>	<i>mesi 2</i>		
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	<i>SI</i>	<i>mesi 2</i>		
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	<i>SI</i>	<i>mesi 2</i>		

Note

(MAX 1.000 caratteri):

Sono in generale incoraggiati, anche ove non siano esplicitamente previsti dalle caratteristiche delle borse e dei posti messi a concorso, i soggiorni di ricerca all'estero presso Atenei, Enti e Centri di ricerca, purché coerentemente inseriti nel piano formativo.

6. Strutture operative e scientifiche

Tipologia		Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
Attrezzature e/o Laboratori		<i>I laboratori presso i quali i dottorandi possono condurre le attività di ricerca sono quelli disponibili presso l'intero Dipartimento di Ingegneria Industriale, Elettronica e Meccanica ed in particolare quelli della sezione di ingegneria meccanica e industriale ove sono disponibili tutte le risorse strumentali e di calcolo idonee. Durante l'emergenza pandemica, l'accesso remoto ai sistemi di calcolo è stato garantito attraverso la VPN di Ateneo.</i>
Patrimonio librario	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	<i>I dottorandi possono avvalersi del centro documentale di sezione, e della Biblioteca di area Scientifico Tecnologica, collocata presso la stessa sede del Dipartimento e dei suoi principali laboratori: http://www.sba.uniroma3.it/</i>
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)	<i>Gli abbonamenti alle riviste cartacee sono stati disdetti per incrementare l'impegno economico verso le banche dati online che consentono un aggiornamento più rapido dello stato dell'arte.</i>
E-resources	Banche dati (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	<i>Esistono numerose convenzioni di Ateneo con i più grandi provider mondiali (Elsevier, IEEE), ai quali i dottorandi possono accedere una volta acquisite le credenziali personali dall'ufficio ricerca. E' anche attivo e disponibile il sistema di ricerca e consultazione basato su Scopus e WOS.</i>
	Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti	<i>Il Dipartimento offre alcuni laboratori comuni per l'utilizzo di calcolatori, ma la maggior parte dei gruppi è autonoma o si appoggia a risorse di calcolo specifiche disponibili online. L'Ateneo ha stipulato contratti di licenza per i software Mathematica, Matlab e per l'intero catalogo AutoDesk. Ulteriori licenze sono garantite da contratti specifici stipulati dal Dipartimento su fondi dei gruppi di ricerca (per es., COMSOL, Labview).</i>
	Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico	<i>Ogni gruppo di lavoro ospita i dottorandi negli spazi dedicati alle attività di laboratorio relative alle ricerche nelle quali lo studente è coinvolto. Esistono a livello di sezione e di dipartimento varie strutture di accoglienza che offrono spazi per lo studio, le attività compilative e l'accesso alla rete. Sono disponibili strumenti hardware</i>

Tipologia	Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
	<i>per il calcolo intensivo basati su tecnologie scalari e distribuite di ultima generazione.</i>
Altro	<i>È in attivazione il contratto trasformativo con IEEE attraverso l'adesione al contratto CARE-CRUI, per cui sulla gran parte delle riviste di IEEE sarà possibile pubblicare in modalità open access senza ulteriori oneri (oltre alla sottoscrizione del contratto stesso).</i>

7. Requisiti e modalità di ammissione

Tutte le lauree magistrali:

SI, Tutte

Attività dei dottorandi

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	<i>SI</i>	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	<i>SI</i>	<i>Ore previste: 40</i>
E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	<i>SI</i>	<i>Ore previste: 20</i>

Note

(MAX 1.000 caratteri):

Come attività di tutorato o di didattica integrativa si darà particolare enfasi alle attività di laboratorio, volte a trasferire agli studenti delle Lauree la competenza di laboratorio acquisita dai dottorandi.

Fra le attività di terza missione, si incoraggia la partecipazione a eventi quali "La notte dei ricercatori" e a contest nazionali e internazionali