Prot. n. 0034630 del 22/12/2025 - [UOR: SI000009 - Classific. <CLASSIF>]

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Documento di pianificazione e di organizzazione delle attività formative e di ricerca

Corso di Dottorato di Ricerca in *Engineering for Energy and Environment*

SEZIONE A - Calendario delle attività formative

Corsi obbligatori				
Titolo	**Anno**	**Ore**	**Docente responsabile**	**Obiettivi formativi**
Statistics	1	30 - 6 CFU	In corso di nomina	L'approfondita comprensione dei concetti di statistica è alla base dell'attività scientifica sperimentale e numerica. Il corso mira a fornire agli studenti gli strumenti statistici di base necessari alla valutazione dell'affidabilità, della ripetibilità e dell'accuratezza dei dati risultati dalle loro attività di analisi siano esse sperimentali o numeriche. Inoltre, il corso si prefigge l'obiettivo di introdurre gli elementi di statistica avanzata volti all'analisi dei database di rilevanti dimensioni (e.g. big-data) oggi di sempre maggiore importanza nel campo dello sviluppo tecnologico e della ricerca scientifica.
Perfezionamento linguistico	2	30- 6 CFU	In corso di nomina	La corretta conoscenza dell'inglese tecnico è uno strumento indispensabile per la figura professionale che il corso di dottorato si propone di formare. Il corso di lingua inglese si pone l'obiettivo di allineare tutti gli studenti del corso di dottorato in *Engineering for Energy and Environment* al livello almeno C1 relativamente all'inglese tecnico scientifico. Il corso si concentra sulle capacità sia scritte che di compressione e prolusione orale.
Scientific dissemination	2	30 - 6 CFU	Prof. Antoine Harfouche	La capacità di dare impatto alle proprie attività di ricerca e sviluppo è di fondamentale importanza per il successo di un ricercatore. Pertanto, il corso si pone l'obiettivo di fornire agli studenti la padronanza degli strumenti tecnici, linguistici e culturali necessari a divulgare e disseminare i risultati dell'attività di ricerca nel modo più efficace possibile. Il corso non si limita quindi agli strumenti linguistici ma comprende: ▪ capacità di organizzare e finalizzare un paper (bibliografia, organizzazione del testo, qualità del testo

				e delle figure, scelta della rivista o del canale di comunicazione) ▪ capacità di rappresentare correttamente e chiaramente i risultati e le metodologie sia analiticamente che attraverso figure descrittive; ▪ capacità di organizzare una presentazione in differenti contesti (congresso scientifico, richiesta/difesa di un grant, progetto industriale) ▪ Principi di open data ed open science ▪ proprietà intellettuale.

Pacchetto corsi facoltativi (2 corsi a scelta tra i seguenti)				
Titolo	**Anno**	**Ore**	**Docente responsabile**	**Obiettivi formativi**
Experimental methods and techniques for sensing applications	2	15 – 3 CFU	Prof.ssa Ines Delfino Prof. Luca Molinaro	Parte A: Rigore metrologico nell'acquisizione dei dati. Il modulo (7,5 ore) affronta gli aspetti metrologici legati ai sistemi di sensori per la raccolta delle misure e la loro importanza per l'applicazione dell'intelligenza artificiale. Verrà inoltre fornita una panoramica delle applicazioni di misurazione in biomeccanica. Parte B: Tecniche di spettroscopia ottica. Verranno introdotte alcune tecniche di spettroscopia ottica (vale a dire, metodi di spettroscopia vibrazionale) e verranno presentate le basi teoriche e le strumentazioni insieme a una panoramica delle applicazioni di rilevamento. I dettagli sui relativi metodi di analisi dei dati e le applicazioni di interesse degli studenti saranno discussi durante il corso (7.5h ore).
Non invasive measurements in environment	3	15 - 3 CFU	Prof.ssa Flavia Tauro	Le misure ambientali sono di fondamentale importanza al fine di monitorare la qualità dell'ambiente in cui viviamo e di produrre un ambiente sempre maggiormente resiliente rispetto alle perturbazioni ed alle contaminazioni introdotte dalla attività antropiche. L'utilizzo di misure remote e non invasive permette di sviluppare reti di monitoraggio permanenti e su larga scala che garantiscono osservazioni scientifiche di grande valore. Le metodologie di misura, oltre a garantire un dato di qualità, non devono a loro volta costituire elementi di ulteriore deterioramento ambientale. Il corso mira quindi a fornire agli studenti le conoscenze necessarie a sviluppare reti e metodologie di misure non invasive in ambiente in grado di monitorare efficacemente sia la qualità dell'aria che dell'acqua e la sicurezza dei corsi d'acqua.
Security in research infrastructure	2	15 - 3 CFU	Prof. Andrea Colantoni	Lo sviluppo e l'organizzazione della ricerca si fondano su un sistema di infrastrutture sempre più complesse e articolate. Tali infrastrutture possono essere soggette ad eventi critici di varia natura in grado di comprometterne

				direttamente o indirettamente la sicurezza degli studenti e dei ricercatori universitari. Nella definizione di infrastrutture vengono considerati i laboratori chimici, biologici, fisici, e tutte quelle strutture a supporto della ricerca. Questo corso vuole dare gli elementi tecnico-scientifici per valutare i potenziali rischi connessi alla sicurezza dei ricercatori e degli studenti all'interno delle suddette infrastrutture.
Environmental wellness	3	15 - 3 CFU	In corso di nomina	Obiettivo del modulo formativo è quello di affrontare i principali fattori di rischio per la salute umana dovuti alla esposizione ai principali agenti fisici presenti nell'ambiente di vita (ambiente abitativo, ambiente esterno...) e di lavoro: dal rumore alle vibrazioni, dall'illuminazione al microclima nei diversi ambienti termici. Ciascun argomento sarà affrontato facendo riferimento alle normative ed alle conoscenze più avanzate e sarà sviluppato nell'ottica non solo della riduzione del rischio, ma dell'ottenimento delle migliori condizioni di benessere. Particolare attenzione sarà posta nella descrizione dei possibili sviluppi della ricerca nel settore.
Advanced modeling in energy systems	3	15 - 3 CFU	In corso di nomina	La modellazione dei sistemi energetici complessi è un elemento fondante del corso di dottorato in *Engineering for Energy and Environment*. Infatti, le metodologie numeriche di modellazione permettono lo sviluppo di tecnologie innovative ad un minor costo e con maggiore velocità rispetto all'indagine sperimentale. Il corso ha il duplice obiettivo di: 1. fornire agli studenti la capacità di descrivere un processo di conversione di energia attraverso un modello matematico caratterizzato dal corretto equilibrio tra complessità, trattabilità matematica, ed accuratezza 2. fornire agli studenti gli strumenti numerici ed infornatici per la soluzione di tali modelli (e.g. metodologie CFD, soluzione di modelli multifisici). Le tematiche che verranno affrontate riguardano la modellazione termochimica di sistemi energetici complessi (e.g. fuel cell) e la modellazione termofludinamica di sistemi/processi di conversione energetica.
Advanced modeling in mechanical systems	3	15 - 3 CFU	In corso di Nomina	La modellazione dei sistemi meccanici è un elemento fondante anche in un corso principalmente dedicato all'energia ed all'ambiente. Infatti. i sistemi di conversione dell'energia molto spesso presentano significative problematiche dal punto di vista dello sviluppo dei materiali e termo-meccanico. Si pensi ad esempio alle complessità enormi generati dai carichi termici ed elettromagnetici nei reattori termonucleari a fusione. Il corso si propone l'obiettivo di: 1. fornire agli studenti la capacità di descrivere un sistema meccanico attraverso un modello matematico

				caratterizzato dal corretto equilibrio tra complessità, trattabilità matematica, ed accuratezza 2. fornire agli studenti gli strumenti numerici ed informatici per la soluzione di tali modelli con particolare riferimento all'analisi termo-struttura, fluido-strutturale ed elettromeccanica.
Artifical Intelligence	3	15 - 3 CFU	Prof. Andrea Zingoni.	Intelligenza artificiale e *machine learning* sono tecnologie *cutting-edge* e transdisciplinari che permettono enormi risultati in moltissimi campi della ricerca. I sistemi energetici e la salubrità ambientale non fanno eccezione. Da un lato queste metodologie permettono di analizzare grandi quantitativi di dati con grande efficacia, dall'altro permettono di sviluppare tecnologie intelligenti in grado di adattarsi autonomamente in un ambiente estremamente dinamico come ad esempio quello delle reti di distribuzione dell'energia. Il corso si pone l'obiettivo di fornire le basi relativamente alle metodologie di *machine learning* ed intelligenza artificiale (e.g. reti neurali, metodi di riduzione della complessità, *online learning*) che gli studenti possano applicare ai campi specifici di ricerca caratterizzanti il corso di dottorato.

Il corso prevede inoltre un ciclo stabile di seminari negli ambiti dei sistemi per l'energia e dei biosistemi. I seminari saranno tenuti da personalità scientificamente riconosciute del settore al fine di dare l'opportunità agli studenti di entrare in contatto con la ricerca di livello internazionale. Inoltre, è previsto che gli studenti degli ultimi anni arricchiscano gli eventi presentando le loro attività di ricerca favorendo così le loro capacità comunicative.

Il corso inoltre aderisce alla scuola virtuale di dottorato "PHD-NET IN INDUSTRIAL SYSTEMS ENGINEERING" promossa da AIDI al fine di stabilire una rete di fruizione di attività didattiche, corsi e seminari per i dottorandi erogati da diverse sedi universitarie.

SEZIONE B - Integrazione dei dottorandi nella comunità scientifica

L'inserimento dei dottorandi nella comunità scientifica è tra gli obiettivi principali del dottorato EEE che persegue questo fine:

- promuovendo momenti di condivisione e di scambio delle attività tra i propri studenti, anche operanti in ambiti scientifici differenti;
- organizzando incontri periodici con cadenza indicativamente mensile con personalità di rilievo nell'ambito della ricerca universitaria ed industriale. Tali incontri sono aperti anche agli studenti delle lauree magistrali ed a docenti e ricercatori dell'Ateneo;
- attraverso attività didattiche volte a fornire agli studenti le competenze necessarie per valorizzare e disseminare proficuamente la propria attività all'interno della comunità scientifica.

Il corso di dottorato in EEE organizza con cadenza annuale un evento in cui tutti gli studenti sono chiamati a presentare l'attività di ricerca svolta negli ultimi 12 mesi. Tale evento, oltre ad essere propedeutico all'ammissione all'anno successivo (o alla discussione della tesi per gli studenti dell'ultimo anno), rappresenta un cruciale momento di condivisione e contaminazione del sapere, delle metodologie e dei risultati della ricerca. I tutor dei dottorandi ed una commissione scelta tra i membri del Collegio assistono all'evento con il compito di guidare gli studenti e valutarne l'operato sia in termini di qualità delle attività di ricerca svolte, sia in termini di efficacia della presentazione.

Inoltre, in occasione di ciascun seminario alcuni dottorandi vengono chiamato a presentare la propria attività scientifica al fine di promuovere la loro capacità di esposizione anche in presenza di personalità riconosciute del mondo della ricerca.

Il dottorato EEE promuove la partecipazione dei propri studenti ad eventi di formazione superiore quali le *summer school* inerenti alle tematiche di ricerca specifiche.

SEZIONE C - Autonomia del dottorando

I dottorandi del corso EEE svolgono l'attività di ricerca in autonomia sotto la guida di uno tutor ed eventualmente di uno o più co-tutor. Il compito dei supervisori è quello di guidare gli studenti nell'attività di ricerca verificandone la correttezza metodologica e la coerenza con gli obiettivi del progetto di ricerca promuovendo nel contempo l'autonomia e l'originalità del contributo degli studenti. La didattica erogata dal dottorato è specificamente mirata a fornire le competenze al dottorando per svolgere attività di ricerca in maniera indipendente, sia in termini di competenze tecnico-scientifiche specifiche relative ai settori disciplinari di interesse, che in termine di soft-skills (e.g. capacità di disseminazione e valorizzazione dei risultati). Inoltre, il dottorato organizza diversi cicli di seminari (almeno 2 ogni anno) che hanno lo scopo di mettere in contatto gli studenti con altre realtà, proporre collaborazioni ed occasioni di ricerca. Tutto questo con il fine principale di stimolare la curiosità, l'intraprendenza ed, in ultima analisi, l'autonomia del dottorando.

Il Collegio è composto da 22 membri accademici provenienti da Atenei Italiani, 7 membri provenienti da Atenei o centri di ricerca esteri (di cui 3 extra UE) di chiara levatura internazionale, 4 membri provenienti dal mondo delle imprese. Con circa 60 dottorandi attivi in 3 cicli il collegio si presenta numericamente bilanciato (mediamente 3 dottorandi per ogni membro del collegio). Inoltre, in molti casi il Collegio si avvale del co-supervisione di qualificati ricercatori/docenti/professionisti non facenti parte del collegio al fine di guidare con maggiore efficacia l'attività dei dottorandi.

In termini di competenze i membri del collegio coprono le aree CUN 02-03-07-09 che rappresentano le aree rilevanti rispetto agli obiettivi del dottorato ed alle attività di ricerca degli studenti.

SEZIONE D - Risorse finanziarie e strutturali

Il corso di dottorato in EEE mette a disposizione degli studenti per lo svolgimento delle attività di ricerca e di formazione i seguenti laboratori:

- laboratorio di Ingegneria Industriale
- laboratorio di Informatica Industriale

- laboratorio di Prototipazione Rapida
- laboratorio di Diagnostica e Scienza dei Materiali
- laboratorio di ricerca MecHydroLab
- laboratorio di ricerca sull'Economia dei sistemi agricoli sostenibili (ESAS)
- LAITECH *Laboratory*

Inoltre, il dottorato mette a disposizione i più importanti software utili alla ricerca negli ambiti prevalenti del dottorato, tra cui:

- *Suite Ansys* e *Fluent* per la simulazione strutturale e fluidodinamica
- *Suite* Ansa e Mueta per il pre- e post-*processing* strutturale e fluidodinamico
- Matlab
- *SolidWorks*

Ciascun dottorando dispone di un budget per le attività di ricerca e disseminazione pari al 10% dell'ammontare della borsa.

SEZIONE E - Attività didattiche e di tutoraggio

Al fine di completarne la preparazione e la crescita accademica il corso di Dottorato EEE promuove la partecipazione dei propri studenti alle attività didattiche e di tutoraggio presso i corsi di Laurea, Laurea Magistrale e Master dell'Ateneo.

Affinché queste attività non interferiscano eccessivamente con quelle di formazione e ricerca ciascun dottorando potrà svolgere un massimo di 40 ore annue di didattica e didattica integrativa.

SEZIONE F - Relazioni scientifiche e mobilità dei dottorandi

Coerentemente con gli obiettivi del dottorato, ed in particolare al fine di promuovere la contaminazione dei saperi, il corso promuove la mobilità internazionale degli studenti. Il regolamento prevede che in media ciascuno studente debba spendere almeno 3 mesi di attività di ricerca all'estero al fine di completare la propria formazione. È responsabilità dei tutor dei candidati attivare gli specifici accordi con le università estere al fine di permettere il proficuo svolgimento di tali attività. Il corso di dottorato accoglie studenti provenienti da scuole di dottorato internazionali sia nell'ambito dei programmi Erasmus che nell'ambito di specifici accordi bilaterali promossi dai docenti.

Il corso di Dottorato in EEE promuove il conseguimento del titolo in *Doctor Europeus* per il quale è necessario svolgere un periodo all'estero di almeno 6 mesi.

Il dottorato EEE presenta diverse convenzioni di dottorato industriale. Le singole convenzioni regolano le modalità specifiche di svolgimento delle attività dei dottorandi ferme restando:

- l'impegno dei dottorandi industriali a partecipare alle attività didattiche, seminariali, e di disseminazione promosse dalla scuola di dottorato
- l'impegno da parte del tutor accademico a garantire la congruità anche temporale del contributo alle attività di ricerca-formazione-*outreach* della scuola da parte dei dottorandi industriali.

SEZIONE G - Prodotti della ricerca

Il dottorato, attraverso l'azione dei tutor e co-tutor promuove fortemente la valorizzazione dell'attività di ricerca degli studenti attraverso prodotti della ricerca di elevata qualità. In particolare, durante le verifiche periodiche il lavoro dei dottorandi verrà valutato anche in termini di numerosità e qualità dei prodotti della ricerca. In particolare, i prodotti attesi dai dottorandi sono:

- pubblicazioni scientifiche su riviste indicizzate ISI o Scopus
- presentazione a convegni nazionali ed internazionalizzazione
- sviluppo di strumenti software
- brevetti

I dottorandi dovranno conseguire almeno 2 di questi prodotti nell'arco dei 3 anni.

Le pubblicazioni verranno distribuite in modalità *open-access* attraverso la piattaforma *unitus dspace* compatibilmente con le politiche delle riviste (e.g. *green open access*).