

## **Regolamento delle attività del corso di Dottorato di Ricerca in Information and Communication Technologies (ICT)**

### **Art. 1 - Oggetto del Regolamento**

Il presente Regolamento disciplina alcune modalità di organizzazione e funzionamento specifiche per il Dottorato di Ricerca in ICT, che si aggiungono alle modalità generali disciplinate dal Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca emanato con decreto rettorale del 13 Maggio 2022.

### **Art. 2 - Obiettivi del Corso di Dottorato**

Il Dottorato in Information and Communication Technologies (ICT) afferisce al Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica (DIMES).

Il Corso di Dottorato ha lo scopo di formare ricercatori ad elevata qualificazione, con competenze avanzate, multidisciplinari ed integrate nei settori di punta delle tecnologie ICT. Esso offre interessanti possibilità per uno studio approfondito e la partecipazione a ricerche di alto livello nelle tecnologie ICT che comprendono i sistemi/strumenti software e la gestione dell'informazione, il controllo automatico, i componenti ed i sistemi elettronici, le reti di telecomunicazione, i sistemi di supporto alle decisioni, la ricerca operativa, la modellistica applicata (anche AI-driven) basata su sistemi/strumenti software e architetture di calcolo ad alte prestazioni, e le metodologie e tecnologie per lo sviluppo dei sistemi hardware e software dell'Internet of Things.

In particolare, i settori scientifico disciplinari coinvolti sono: Elettronica (ING-INF/01), Campi Elettromagnetici (ING-INF/02), Telecomunicazioni (ING-INF/03), Automatica (ING-INF/04), Sistemi di Elaborazione delle Informazioni (ING-INF/05), Bioingegneria elettronica e informatica (ING-INF/06), Misure Elettriche ed Elettroniche (ING-INF/07), Principi di Ingegneria chimica (ING-IND/24), Elettrotecnica (ING-IND/31), Analisi Numerica (MAT/08), Ricerca Operativa (MAT/09), Scienze del libro e del documento (M-STO/08).

Le specifiche tematiche di ricerca affrontate sono di seguito riportate:

- Analisi e Progettazione di sistemi Internet of Things (IoT)
- Cybersecurity
- Intelligenza artificiale
- Intelligenza Artificiale Sustainable and Green
- Wearable computing e sistemi m-health
- Metodologie dell'ingegneria del software per lo sviluppo di sistemi software distribuiti e complessi
- Modelli e algoritmi per le reti sociali digitali
- Sistemi di gestione e analisi di Big Data e elaborazione scalabile: sistemi distribuiti, sistemi paralleli, architetture e sistemi di cloud computing, modelli di provisioning
- Gestione della Conoscenza: estrazione, integrazione e modellazione della conoscenza, metodologie per la formalizzazione e tassonomie di classificazione, tesauri e ontologie, gestione di dati distribuiti, data mining e data warehousing
- Gestione dei processi di business e Process Mining



- Modelli e algoritmi per la simulazione e l'ottimizzazione
- Matematica per il machine learning
- Sviluppo di circuiti e sistemi a basso consumo ed alte prestazioni per l'elaborazione di immagini 3D
- Conversione fotovoltaica: modelli e tecnologie di celle solari, sistemi intelligenti per la gestione, la conversione e lo stoccaggio dell'energia
- Circuiti integrati ad alta efficienza energetica per applicazioni di logica e memoria
- Nanodispositivi per applicazioni di logica e memoria
- Modellizzazione e progettazione di nanodispositivi spintronici
- Sistemi e tecniche per la gestione delle infrastrutture per la mobilità elettrica
- Antenne riconfigurabili, Smart antenne e loro integrazione
- Tecniche avanzate per la misura di campi elettromagnetici
- Diagnostica elettromagnetica ed applicazioni biomediche
- Diagnostica non distruttiva
- Sistemi radar per il monitoraggio ambientale
- Circuiti elettronici per applicazioni a radio frequenza
- Integrazione monolitica di trasmettitori e ricevitori
- Efficienza energetica nelle reti di sensori wireless
- Reti cognitive e sistemi 5G Tecnologie, protocolli e architetture di reti per sistemi IoT
- Controllo e stima per sistemi ad agenti interconnessi in rete
- Strategie di controllo resilienti a cyber-attacchi in sistemi di controllo in rete
- Schemi di navigazione in condizioni di sicurezza e ricostruzione dell'ambiente per squadre di robot autonomi
- Tecniche e dispositivi per la navigazione, guida e controllo nei veicoli autonomi sottomarini
- Tecniche e dispositivi per le comunicazioni e la localizzazione acustica sottomarina
- Sistemi di misure elettroniche
- Tecniche di diagnosi e isolamento dei guasti e riconfigurazione del controllo nei sistemi dinamici
- Metodi di sincronizzazione per sistemi di misura distribuiti IoT-based
- Ingegneria alimentare
- Modellazione avanzata e caratterizzazione dei processi di trasformazione e dei materiali innovativi.
- Informatica per le Pubbliche Amministrazioni
- Transizione digitale

### **Art. 3 - Organi del Corso di Dottorato**

Sono organi del Corso di Dottorato:

1. il Collegio dei Docenti;
2. il Coordinatore.

Le attività del Collegio e del Coordinatore sono disciplinate dagli Art. 10 del Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca emanato con decreto rettorale del 13 Maggio 2022.

Inoltre, il Dottorato per una gestione efficace dei vari aspetti inerenti le attività del dottorato stesso, si è dotato delle seguenti commissioni: commissione didattica per la programmazione ed il monitoraggio

della formazione dei dottorandi, commissione di autovalutazione per l'autovalutazione del corso, commissione di internazionalizzazione per la creazione di accordi con docenti e strutture straniere, e comitato di indirizzo che ha il compito di assicurare le attività di consultazione delle Parti Interessate (Enti e aziende pubbliche e private, organizzazioni economiche e imprenditoriali, organizzazioni professionali, etc.).

#### **Art. 4 - Curricula**

La struttura del Dottorato in ICT si articola in tre Curricula:

1. Scienza e Ingegneria Informatica
2. Elettronica, Telecomunicazioni e Automazione
3. Internet delle Cose

Il curriculum “Scienza e Ingegneria Informatica” si focalizza sulla formazione alla ricerca dei dottorandi su tematiche dell'ingegneria dell'informazione e dell'informatica, sia da un punto di vista teorico che sperimentale. Le aree di ricerca principali sono: basi di dati, gestione della conoscenza e logica, big data, datawarehousing, sistemi distribuiti, calcolo ad alte prestazioni, ingegneria del software, sistemi multi-agente, intelligenza artificiale, ottimizzazione. Le applicazioni della ricerca spaziano su settori interdisciplinari, quali ad esempio: cura della salute, commercio elettronico, reti sociali, smart city, pubblica amministrazione, informatica per la pubblica amministrazione e per la transizione digitale, etc.

Il curriculum “Elettronica, Telecomunicazioni e Automazione” si focalizza sulla formazione alla ricerca dei dottorandi prevalentemente su tematiche dell'ingegneria elettronica, delle telecomunicazioni e dei controlli automatici, sia da un punto di vista teorico che sperimentale. Le aree di ricerca principali sono: nanoelettronica, telecomunicazioni del futuro (spaziali e 6G), underwater sensor networks, controllo resiliente di sistemi networked, sistemi di navigazione indoor, etc. Le applicazioni della ricerca spaziano su settori interdisciplinari, quali ad esempio: Industry 4.0, Smart City, Mobilità, Trasporti, Logistica, Ambiente, etc.

Il curriculum “Internet delle Cose” si focalizza sulla formazione alla ricerca dei dottorandi prevalentemente su tematiche strettamente correlate alle tecnologie dell'Internet of Things dal punto di vista dell'informatica, delle telecomunicazioni, dell'elettronica, dei controlli automatici e, più in generale, dell'ingegneria modellistica. Le aree di ricerca principali sono: metodologie informatiche per la progettazione e sviluppo di sistemi IoT, metodologie informatiche per l'analisi di dati prodotti da sistemi IoT, architetture di telecomunicazioni per sistemi IoT, sistemi elettronici per l'IoT, sistemi di controllo per l'IoT, metodologie di ottimizzazione per sistemi IoT. Le applicazioni della ricerca spaziano su settori interdisciplinari, quali ad esempio: Industry 4.0, Smart City, Mobilità, Trasporti, Logistica, Telemedicina, Ambienti intelligenti e sostenibili, Ingegneria Chimica, etc.

#### **Art. 5 - Supervisore**

Il collegio nomina un supervisore per ciascun dottorando e uno o più co-supervisori, ai sensi dell'art. 6 comma 6 del D.M. 226/2021 ed in accordo al regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca emanato con decreto rettorale del 13 Maggio 2022. Il Supervisore e il/i Co-supervisore/i avranno il compito di seguire ed orientare il dottorando nell'attività di ricerca ed informano il Collegio

su eventuali problemi ed esigenze relativi alla ricerca del dottorando. Di norma la nomina avviene entro due mesi dall'inizio del Corso di Dottorato. Ai fini della nomina, il Collegio tiene conto delle preferenze espresse dal Dottorando. Ogni Dottorando può afferire al Curriculum del Dottorato a cui appartiene il suo Supervisore.

### **Art. 6 - Programma formativo didattico-scientifico**

Le attività didattiche previste per i Dottorandi sono di due tipologie: attività specialistiche, incluse nell'offerta formativa del Dottorato, ed attività trasversali o non strettamente correlate all'offerta del Dottorato. Per entrambe le tipologie di attività didattica è richiesta la frequenza e per alcune di esse è necessario superare una prova d'esame, da svolgersi secondo le modalità indicate dal Docente responsabile dell'attività.

Le attività didattiche utili ai fini del programma formativo potranno essere selezionate dal singolo Dottorando, in accordo con le indicazioni del Docente supervisore, da un Catalogo di Ateneo appositamente prodotto per collezionare la didattica dottorale. Il catalogo è accessibile mediante una pagina del Portale di Ateneo e comprende insegnamenti specialistici dei singoli Corsi di Dottorato, insegnamenti trasversali anche erogati da Strutture di Ateneo (trasferimento tecnologico, lingue della ricerca, scrittura dei lavori, metodi di presentazione dei dati della ricerca...), Seminari, Convegni, Summer School, Interventi di Visiting Professors.

I dottorandi hanno l'obbligo di conseguire almeno 24 CFU in 3 anni. Di questi, almeno 18 CFU devono ricadere nell'ambito della didattica specialistica del proprio Dottorato ed almeno 6 CFU devono essere relativi ad attività didattica trasversale o non strettamente correlata al proprio Dottorato. Almeno il 70% dell'attività didattica dev'essere svolta nell'ambito dell'offerta del Catalogo di Ateneo.

La valorizzazione in CFU delle attività didattiche previste nei Corsi di Dottorato è riportata qui di seguito in tabella.

Attività	CFU
4 ore di lezioni frontali con verifica finale dell'apprendimento (frequentati in Italia e/o all'estero)	1
Insegnamenti erogati nelle lauree magistrali	CFU del corso
Attività didattiche erogate da strutture di Ateneo (es. LIO, CLA, ...)	CFU dell'attività
Partecipazione a Congressi	0.5 CFU
Partecipazione a Congressi con presentazione della propria attività scientifica	1 CFU
Partecipazione a seminari (anche frequentati nei periodi di permanenza all'estero). Il Collegio individua il valore in CFU per ciascun seminario e verifica la partecipazione dei dottorandi	Max 0.5 CFU
Tutoraggio e attività didattica integrativa (max 40 ore/anno; art. 12 comma 3 DM 226). Il Collegio determina i CFU da riconoscere considerando (nello specifico dei singoli percorsi formativi) esercitazioni, tutoraggio o altre forme di didattica integrativa	Max 10 CFU

Partecipazione a scuole di Dottorato	Da stabilire in base all'attività formativa effettivamente svolta
--------------------------------------	---

I dottorandi sottopongono al Collegio per l'approvazione il proprio piano didattico annuale di norma entro il 31 dicembre di ogni anno accademico. Il piano didattico, preventivamente concordato con il supervisore, dovrà attenersi strettamente all'offerta formativa definita in fase di accreditamento e dovrà comprendere gli insegnamenti specifici obbligatori del proprio Dottorato più insegnamenti trasversali o non strettamente correlati.

Ai dottorandi è lasciata la possibilità di accedere a tutti i corsi del Catalogo di Ateneo e quindi di inserire nel proprio piano didattico eventuali insegnamenti erogati nelle Lauree Magistrali. Ciò richiede l'approvazione del supervisore e del Collegio i quali, anche in sinergia con i CdS, valuteranno il valore formativo dell'insegnamento proposto.

Per consentire il riconoscimento dei CFU derivanti dalla partecipazione ad attività formative non sempre preventivabili (es. seminari e congressi), i piani didattici sono flessibili. È lasciata al Collegio la possibilità di valutare eventuali modifiche dei piani didattici già approvati. Solo 1/3 degli obblighi didattici dei dottorandi potrà essere assolto attraverso partecipazione ad attività seminariali e congressi. Altri CFU andranno in sovrannumero.

Ogni anno, in fase di accreditamento, il Coordinatore definisce il progetto formativo del Dottorato di Ricerca in Information and Communication Technologies (ICT), specificando la composizione del Collegio, le attività didattiche specialistiche e gli insegnamenti erogati, nonché gli obiettivi formativi per il triennio successivo. I docenti del Collegio collaborano al progetto erogando didattica specialistica e svolgendo il ruolo di supervisore.

Ciascun docente afferente al Collegio di Dottorato può spendere nell'ambito della didattica dottorale fino a 1 CFU del proprio compito didattico istituzionale.

Il Coordinatore, in accordo con i Docenti responsabili, definisce i calendari didattici dei singoli insegnamenti del Dottorato, tenendo in considerazione le altre attività didattiche afferenti al Dipartimento di Ingegneria Informatica, Modellistica, Elettronica e Sistemistica (DIMES).

#### **Art. 7 - Verifica delle attività**

Alla fine di ogni anno, i Dottorandi presentano una relazione sulle attività svolte e sostengono un colloquio di verifica delle attività svolte di fronte ad una Commissione appositamente nominata dal Collegio dei Docenti. La commissione prende visione anche della relazione dei supervisori del dottorando al fine di esprimere un parere. Il Collegio, acquisito il parere della Commissione, che valuta il dottorando sulla base di una presentazione orale e scritta delle sue attività, ed il giudizio dei supervisori, visionata la relazione del Dottorando, delibera sull'ammissione all'anno successivo (per gli iscritti ai primi due anni) o all'esame finale (per gli iscritti al terzo anno).

#### **Art. 8 - Criteri per la formulazione delle commissioni giudicatrici**

I criteri per la formulazione delle commissioni giudicatrici per gli esami di ammissione e finali sono definiti dagli art. 8 del Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca (Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca emanato con decreto rettorale del 13 Maggio 2022).

### **Art. 9 - Modalità di nomina del Coordinatore**

Il Coordinatore viene eletto dal Collegio dei Docenti a maggioranza assoluta dei votanti nella prima votazione e a maggioranza relativa nelle successive.

### **Art. 10 - Modalità di ammissione al Corso**

Le modalità di ammissione al Corso sono disciplinate dall'art. 7 del Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca (Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca emanato con decreto rettorale del 13 Maggio 2022).

### **Art. 11 – Autovalutazione**

Al fine di monitorare e valutare l'andamento delle attività e dei risultati conseguiti dal Corso di Dottorato, è istituita una Commissione di Autovalutazione nominata dal Collegio dei Docenti che comprende i rappresentanti degli studenti.

La Commissione, tenendo conto della normativa di riferimento in materia di accreditamento delle sedi e dei corsi di dottorati, e delle linee guida ANVUR in materia di autovalutazione, raccoglie informazioni sulle attività didattiche, di ricerca e di terza missione, svolte sia dai Dottorandi che dal Corso di Dottorato, anche tramite la somministrazione di questionari anonimi ai Dottorandi e a coloro che hanno conseguito il titolo di Dottore di ricerca nei precedenti Cicli del Corso.

Alla fine di ogni anno accademico, la Commissione predispone una relazione sulle attività svolte nell'ambito del Dottorato, e sui risultati conseguiti dai Dottorandi. Il Collegio esamina la relazione per valutare e deliberare le possibili azioni migliorative da intraprendere.

Il processo di autovalutazione considererà due aspetti principali:

1. il giudizio e il gradimento dei dottorandi e dei dottori di ricerca rispetto alla offerta formativa e di servizi del Corso di Dottorato;
2. l'attività di studio e ricerca svolta dai dottorandi.

### **Art. 12 – Internazionalizzazione**

Ai fini di promuovere e realizzare attività strategiche nell'ambito dell'Internazionalizzazione (disciplinata dagli artt. 22 e 23 del Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca emanato con decreto rettorale del 13 Maggio 2022), è istituita una Commissione di Internazionalizzazione nominata dal Collegio dei Docenti.

In particolare, le attività della commissione sono le seguenti:

- 1 – Creazione di Canali con Università straniere (accordi di canalizzazione docenti e studenti) con l'obiettivo di definire protocolli ed azioni per il coinvolgimento di docenti stranieri nell'ambito del dottorato ed il reclutamento di studenti stranieri di alta qualità.
- 2 - Promozione di Accordi di Cotutela con Università straniere.
- 3 - Intensificazione del coinvolgimento dei docenti stranieri del Collegio, attraverso seminari/lezioni on-line o in presenza
- 4 – Monitoraggio delle attività di internazionalizzazione del dottorato.