

# Regolamento organizzativo e didattico del corso di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica (MEI)<sup>1</sup>

## Articolo 1 - Oggetto del Regolamento

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi e didattici del Corso di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica, 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.

## Articolo 2 - Obiettivi del Corso di Dottorato

Il Dottorato in Matematica e Informatica afferisce al Dipartimento di Matematica e Informatica (DeMaCS).

Il corso di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica mira a fornire una conoscenza approfondita degli strumenti essenziali per svolgere attività di ricerca e/o di trasferimento tecnologico in discipline informatiche e matematiche ed è finalizzato alla formazione di ricercatori e professionisti altamente qualificati. Ha lo scopo di formare dottori che si caratterizzeranno come ricercatori in ambito universitario o in Enti di ricerca pubblici e privati, o come esperti di alto profilo professionale di tipo industriale in aziende private, con speciale enfasi sulle filiere dell'ICT e Industry 4.0 e sulle tematiche dell'intelligenza artificiale, *Big Data Analytics*, *Knowledge Management*, *Natural Language Processing*, ottimizzazione e logistica, nonché di numerose aree della Matematica e della Ricerca Operativa. In particolare, i percorsi formativi mirano ad un rapido inserimento nel mercato del lavoro, che oggi è sempre più alla ricerca di figure professionali con una formazione informatica che sappia coniugare competenze specialistiche ad una solida preparazione di base matematica, in particolare per ruoli di alto profilo.

I settori scientifico disciplinari cui si riferisce l'attività dottorale sono i seguenti:

Sigla GSD	Denominazione GSD	Sigla SSD	Denominazione SSD
01/INFO-01	INFORMATICS	INFO-01/A	Informatica
01/MATH-01	MATHEMATICAL LOGIC, MATHEMATICS EDUCATION AND HISTORY OF MATHEMATICS	MATH-01/A	Logica matematica
		MATH-01/B	Didattica e storia della matematica
01/MATH-02	ALGEBRA AND GEOMETRY	MATH-02/A	Algebra
		MATH-02/B	Geometria
01/MATH-03	MATHEMATICAL ANALYSIS, PROBABILITY AND MATHEMATICAL STATISTICS	MATH-03/A	Analisi matematica
		MATH-03/B	Probabilità e statistica matematica
01/MATH-04	MATHEMATICAL PHYSICS	MATH-04/A	Fisica matematica
01/MATH-05	NUMERICAL ANALYSIS	MATH-05/A	Analisi numerica
01/MATH-06	OPERATIONS RESEARCH	MATH-06/A	Ricerca operativa

Le attività del Dottorato interessano, principalmente, le seguenti tematiche di ricerca:

- Artificial Intelligence, Knowledge Representation and Reasoning, Answer Set Programming, Logic Programming, Constraint Satisfaction Problems.
- Artificial Intelligence, Machine Learning, Neurosymbolic AI, Natural Language processing, Large Language Models
- Artificial Intelligence in multidisciplinary contexts
- Databases, Data and Knowledge Integration, Data and Text-Mining, Knowledge Management.
- Analysis of complex networks (e.g., social, artificial, and biological networks)

<sup>1</sup> Nel presente regolamento le denominazioni di titoli e i termini relativi a persone sono riportati nella sola forma maschile; si riferiscono indistintamente a persone di genere femminile e maschile. Si è rinunciato a formulazioni rispettose dell'identità di genere per non compromettere la leggibilità del testo e soddisfare l'esigenza di semplicità dello stesso.

- Theoretical Computer Science, Game theory, Decidability and Complexity Theory.
- Artificial Intelligence impacting and improving upon health care structures, including natural language processing, data analytics, machine/deep learning.
- High-performance computing (HPC - GPU and distributed computing), Quantum Computing, formal models for scientific computing, HPC applications in Artificial Intelligence, Evolutionary Computation, Modelling and Simulation of Complex Systems with applications to Physics, Chemistry, Geology, and Environmental Engineering.
- Optimization Models and Methods for solving problems in Transport and Logistics.
- Nonlinear optimization and Machine Learning
- Algebraic graph theory. Specifically, the interplay between group actions and the structural properties of graphs
- Algebraic Geometry, in particular families of algebraic curves, Brill Noether theory, families of algebraic varieties, moduli spaces, deformation theory and singularity theory.
- Algebraic number theory, arithmetic geometry, arithmetic of dynamical systems, modular forms.
- Categorical aspects of topological, algebraic and combinatorial structures.
- Matroids, graphs and related applications in theoretical computer sciences.
- Interactions between algebra and geometry and between geometry and mathematical physics in modern and contemporary Mathematics.
- Historical developments of the decisions theory.
- Historical aspects of mathematical questions. History and teaching of mathematics.
- Mathematics Education. Technological environments applied to various educational contexts for teach-learn, and doing mathematics.
- Regularity and qualitative properties of solutions of ODEs and PDEs. Geometry of Banach spaces. Variational, topological and metric methods in Nonlinear Analysis. Approximation methods. Dispersive equations and microlocal analysis. Minimum and equilibrium problems and projections.
- Random fields, namely: percolation, statistical mechanics, interacting particle systems, dynamic systems, quantitative finance, stochastic simulation and mathematical statistics.
- Quantum Theory problems. Group-theoretic approach to the interaction theory. Semiclassical models for the electricity and heat transmission in semiconductors. Coupling problems in devices-electrical networks.
- Multinode Shepard methods; Polynomial interpolation-regression techniques; Enrichments of linear finite elements; Umbral interpolation; Numerical Quadrature; Numerical Differentiation; Numerical solution of ODEs and PDEs.

### **Articolo 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.

Ai fini di una gestione efficace dei vari aspetti inerenti le attività del dottorato stesso, si può dotare di commissioni volte all'istruzione di pratiche e proposte di modifiche relative ad ambiti specifici, quali ad esempio didattica, ricerca, internazionalizzazione e comitato di indirizzo.

Infine, limitatamente alla trattazione dei problemi didattici e organizzativi, partecipa alle riunioni del Collegio una rappresentanza di due studenti iscritti al corso di dottorato.

### **Articolo 4 – Composizione del Collegio**

Il Collegio del Dottorato è composto nel rispetto dei criteri indicati nell'Art. 4 del DM 226/2021.

Fermo restando tali criteri, fanno parte del collegio dei docenti tutti i docenti e ricercatori del dipartimento di afferenza incardinati in uno dei settori scientifici disciplinari coinvolti dal dottorato e che soddisfino i criteri di qualificazione scientifica indicati dal DM 226/2021. Su richiesta, e dopo

l'approvazione del collegio, possono essere inseriti anche docenti e ricercatori di altri dipartimenti dello stesso Ateneo, o di altri Atenei Italiani, a patto che:

1. Il loro inserimento contribuisca al rispetto dei criteri necessari alla composizione del collegio,
2. Soddisfino i criteri di qualificazione scientifica necessari,
3. Ottengano il nulla osta da parte del dipartimento di afferenza.

In merito ai componenti del collegio "Personale non accademico dipendente di Enti italiani o stranieri e Personale docente di Università Straniere", "Docenti AFAM", e "altro personale" l'inserimento nel collegio avviene su proposta degli altri membri del collegio e dopo l'approvazione da parte del collegio una volta valutati il rispetto dei criteri di composizione e la qualificazione scientifica degli stessi.

### **Articolo 5 - Supervisor**

Il collegio nomina un supervisore per ciascun dottorando e uno o più co-supervisor, 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. Il co-supervisore può appartenere ad altro Ateneo o ad impresa in base al progetto di ricerca proposto dal dottorando. Di norma la nomina avviene entro due mesi dall'inizio del Corso di Dottorato. Ai fini della nomina, il Collegio tiene conto di diversi fattori, tra cui: 1. delle preferenze espresse dal Dottorando, 2. della disponibilità del supervisore e del co-supervisore a svolgere tale incarico, 3. del numero di dottorandi attivi in quel momento seguiti dal supervisore.

### **Articolo 6 - Programma formativo didattico-scientifico**

Le attività previste nel programma formativo del dottorato si declinano in:

1. Attività di formazione
  1. Didattica,
  2. Ricerca, terza missione e impatto sociale
2. Attività di ricerca

In accordo alla delibera del Senato Accademico del 17/12/2024 dell'Università della Calabria, lo schema generale delle attività formative e la loro valorizzazione in CFU è specificata di seguito:

<b>PRIMO E SECONDO ANNO</b>	<b>CFU</b>
Attività di formazione ricomprese in Tabella 1.1 (minimo complessivo dei primi due anni)	<b>24</b>
Attività di ricerca più relazione scientifica primo anno	<b>40</b>
Attività di ricerca più relazione scientifica secondo anno	<b>40</b>
Attività di formazione alla ricerca ricomprese in Tabella 1.2 (massimo complessivo nei primi due anni)	<b>16</b>
<b>TOTALE</b>	<b>120</b>
<b>TERZO ANNO</b>	
Attività di ricerca più relazione scientifica di presentazione tesi	<b>25</b>
Tesi	<b>25</b>
Attività di formazione ricomprese in Tabella 1.1 (minimo)	<b>5</b>
Attività di formazione alla ricerca ricomprese in Tabella 1.2 (massimo)	<b>5</b>
<b>TOTALE</b>	<b>60</b>

Tabella 1

<b>Attività</b>	<b>CFU</b>
<b>1. Didattica</b>	
4 ore di lezioni frontali con verifica finale dell'apprendimento	1 CFU
Attività didattiche di natura trasversale/interdisciplinare	CFU dell'attività
Partecipazione a Seminari/Workshop/Summer School/Scuole di formazione	max 4 CFU/anno

Partecipazione a Congressi	max 8 CFU/anno
Tutoraggio e attività didattica integrativa (max 80 ore/anno, di cui max 40 ore/anno di didattica integrativa; si veda DM 226, art 12 comma 3)	max 5 CFU (1 CFU=12 ore)/anno
<b>2. Ricerca, terza missione e impatto sociale</b>	
Per ogni mese trascorso in università, laboratori o infrastrutture o enti di ricerca o imprese o PA in Italia	2 CFU
Per ogni mese trascorso in università, laboratori o infrastrutture o enti di ricerca o imprese all'estero	4 CFU
Attività di terza missione/impatto sociale (es. collaborazioni ad eventi di PE e/o di orientamento, partecipazioni a start up competition/programmi di creazione di impresa, collaborazione con aziende ed enti di ricerca per applicare le loro conoscenze a problemi reali, anche nell'ambito di progetti finanziati, etc.)	max 5 CFU/anno

I CFU relativi all'attività di ricerca e alla stesura della tesi sono riconosciuti dal Collegio sulla base delle relazioni e della documentazione presentate dal dottorando in fase di svolgimento dell'esame di passaggio d'anno (I e II anno), ed in fase di ammissione all'esame finale (III anno).

In merito alle altre attività, si intendono:

- Per attività specialistiche - tutte le attività incluse nel progetto formativo del Dottorato in Matematica e Informatica redatto annualmente in fase di accreditamento, oltre che eventuali attività inquadrabili strettamente nei settori scientifici disciplinari coperti dal dottorato ed incluse nelle attività formative specialistiche di altri dottorati dell'Ateneo. Per queste ultime, l'inclusione nel piano didattico del dottorando è subordinata all'approvazione da parte del collegio dei docenti.

Tutti i dottorandi dovranno acquisire, nell'arco dei tre anni, un minimo di 12 CFU nell'ambito della formazione specialistica del dottorato.

- Per attività didattiche di natura trasversale/interdisciplinare tutti i corsi trasversali erogati direttamente dal Dottorato in Matematica e Informatica ed inclusi nel piano formativo in fase di accreditamento, ma anche tutte le attività didattiche trasversali/interdisciplinari ufficiali attivate dall'Ateneo ed i corsi inclusi nel catalogo di Ateneo ed erogati da altri Dottorati su settori scientifici disciplinari non coperti dal dottorato.

E' richiesto a tutti i dottorandi di acquisire, nell'arco dei tre anni, un minimo di 3 CFU nell'ambito delle attività didattiche trasversali/interdisciplinari ufficiali attivate dal Dottorato in Matematica e Informatica o più in generale dall'Ateneo.

Per entrambe le tipologie di attività suddette, i CFU saranno riconosciuti mediante la verifica della frequenza e la verifica finale dell'apprendimento conformemente alle modalità indicate dal Docente responsabile dell'attività.

Per quanto attiene alle altre attività elencate in Tabella 1, il Collegio adotta le seguenti regole di valorizzazione di CFU:

- Partecipazione a Seminari: 0,5 CFU per ciascun seminario. Il riconoscimento avviene sulla base della dichiarazione spontanea del dottorando, controfirmata dal proprio supervisore, in fase di richiesta di riconoscimento.

- Partecipazione a Workshop: 1 CFU per ciascun workshop. Il riconoscimento avviene su presentazione dell'attestato di partecipazione.
- Partecipazione a Summer School/Scuole di formazione: 1 CFU per 8 ore di lezione. Il riconoscimento avviene su presentazione dell'attestato di partecipazione. Per la verifica delle ore va allegato il programma della scuola all'attestato di partecipazione.
- Partecipazione a Congressi: 1 CFU per ciascun congresso senza presentazione, 2 CFU per ciascun congresso con presentazione. Il riconoscimento avviene su presentazione dell'attestato di partecipazione. Il riconoscimento avviene sulla base della dichiarazione spontanea del dottorando, controfirmata dal proprio supervisore, in fase di richiesta di riconoscimento.
- Tutoraggio e attività didattica integrativa (max 80 ore/anno, di cui max 40 ore/anno di didattica

integrativa; si veda DM 226, art 12 comma 3): 1 CFU per 12 ore di attività. Per l'attività didattica integrativa fa fede il verbale del consiglio di dipartimento che la approva. Per l'attività di tutoraggio fa fede la dichiarazione firmata del supervisore. A puro titolo di esempio, per attività di tutoraggio si intendono attività di co-supervisione di tesi, ricevimenti per preparazione esami, eccetera.

- Attività di terza missione/impatto sociale (es. collaborazioni ad eventi di PE e/o di orientamento, partecipazioni a start up competition/programmi di creazione di impresa, collaborazione con aziende ed enti di ricerca per applicare le loro conoscenze a problemi reali, anche nell'ambito di progetti finanziati, etc.): 2 CFU per ciascun evento. Il riconoscimento avviene sulla base della dichiarazione spontanea del dottorando, controfirmata dal proprio supervisore, in fase di richiesta di riconoscimento.

Il piano formativo didattico-scientifico potrà essere composto dal singolo Dottorando, in accordo con le indicazioni del Docente supervisore nell'ambito delle regole su esposte.

I dottorandi sottopongono al Collegio per l'approvazione il proprio piano previsionale di norma entro il 30 novembre del primo anno accademico. Per consentire il riconoscimento dei CFU derivanti dalla partecipazione ad attività formative non sempre preventivabili (es. seminari e congressi), e al fine di dare al dottorando la possibilità di adeguare il proprio piano all'andamento del proprio percorso formativo, i piani didattici sono resi flessibili. È lasciata al Collegio la possibilità di valutare e approvare eventuali modifiche ai piani didattici già accettati.

Di norma, è prevista una fase di revisione del piano didattico entro il 30 novembre del II anno accademico.

Eventuali CFU non acquisiti nell'anno in corso possono essere recuperati negli anni successivi; allo stesso modo, eventuali CFU eccedenti i limiti massimi per anno possono essere conteggiati negli anni successivi.

Ogni anno, in fase di accreditamento, il Coordinatore definisce il progetto formativo del Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica, 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 Matematica e Informatica.

### **Articolo 7 - Verifica delle attività**

L'iscrizione del dottorando agli anni successivi al primo è subordinata alla valutazione positiva del Collegio dei Docenti in merito alle attività svolte in ottemperanza del progetto formativo didattico-scientifico. In particolare, il Collegio basa il proprio giudizio prevalentemente sull'esito dell'esame di passaggio d'anno previsto a ridosso del termine dell'annualità ed erogato in seduta pubblica dinanzi al collegio e ad una commissione appositamente nominata composta, di norma, da un componente interno al collegio e da almeno due componenti esterni. Nell'ambito dell'esame il dottorando presenta una relazione annuale delle attività svolte ed i risultati conseguiti nell'attività di ricerca e di formazione. La commissione redige una scheda di valutazione per ciascun dottorando in cui, oltre ad attestare il piano formativo attuato, vengono messi in evidenza: il profilo del dottorato, la crescita nella capacità di ricerca autonoma e l'avanzamento del progetto di ricerca, oltre a dare eventuali suggerimenti di miglioramento. Il Collegio dei Docenti può escludere il dottorando dal Corso in caso di valutazioni negative, debitamente documentate e circostanziate.

L'ammissione all'esame finale per ciascun dottorando, invece, prevede i seguenti passaggi:

- Consegna della relazione finale delle attività svolte dal dottorando che deve includere almeno le seguenti tre componenti: 1. Attività scientifica svolta per la stesura della tesi, 2. Attività di

formazione alla ricerca svolta, 3. Attività di formazione (didattica) svolta.

- Individuazione di valutatori esterni: a seguito della relazione sentito il Collegio docenti, vengono individuati due valutatori, di elevata qualificazione, di cui almeno un professore universitario anche appartenenti a istituzioni estere, esterni ai soggetti che hanno concorso al rilascio del titolo di dottorato
- Consegna tesi ai valutatori esterni: I dottorandi dovranno consegnare le tesi e richiedere eventualmente l'autorizzazione al conseguimento dei label europei o internazionali.
- Giudizio dei valutatori esterni: I valutatori esterni dovranno formalizzare il proprio giudizio per consentire le operazioni di ammissione all'esame finale e la discussione della tesi oppure il rinvio fino ad un massimo di 6 mesi a decorrere da tale data.
- Sulla base delle valutazioni dei valutatori esterni, e sulla base della relazione e del giudizio da parte del supervisore sulle attività svolte dal dottorando, il collegio esprime il proprio parere sull'ammissione all'esame finale.

### **Articolo 8 - Monitoraggio delle attività e Autovalutazione**

Il corso di Dottorato di Ricerca in Matematica e Informatica adotta un sistema di monitoraggio dei processi e dei risultati relativi alle attività di ricerca, didattica e terza missione/impatto sociale e di ascolto dei dottorandi che si articola nelle seguenti azioni:

- Il percorso formativo è annualmente verificato, ed eventualmente aggiornato, anche in base alle risultanze degli incontri con il comitato di indirizzo, nominato dal Consiglio di Dipartimento in cui il corso di dottorato è incardinato, al fine di verificare e validare in avvio e in itinere quanto progettato e monitorare la corrispondenza tra profili professionali e culturali, obiettivi e attività formative e di ricerca.
- Sono programmati incontri semestrali tra il coordinatore del dottorato ed i dottorandi per valutare il buon andamento del percorso dottorale e per accogliere eventuali osservazioni e suggerimenti da parte dei dottorandi in itinere
- I due rappresentanti dei dottorandi possono in ogni momento presentare istanze e suggerimenti al coordinatore (ed al collegio)
- E' programmato almeno un momento di confronto per anno dei dottorandi con ricercatori di alto profilo e competenti rispetto alle tematiche di ricerca oggetto del progetto formativo, realizzato con l'esame di passaggio d'anno in cui la commissione è composta da un componente interno e due componenti esterni all'ateneo.
- E' programmata annualmente la rilevazione e l'analisi delle opinioni dei dottorandi e dei dottori di ricerca (ad un anno dal conseguimento del titolo) attraverso la somministrazione di un questionario anonimo.
- In accordo alla normativa di riferimento in materia di accreditamento delle sedi e dei corsi di dottorati, delle linee guida ANVUR in materia di autovalutazione, e delle linee guida fornite dal PQA di Ateneo, viene annualmente predisposta una relazione sulle attività svolte ed una relazione annuale di riesame (Autovalutazione)

Come si può evincere, allo scopo di rilevare tempestivamente eventuali criticità, il monitoraggio avviene in più momenti durante l'anno accademico e da parte di più figure quali, ad esempio, il coordinatore, i rappresentanti dei dottorandi, il comitato di indirizzo ed il collegio.

### **Articolo 9 - 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).

### **Articolo 10 - Modalità di nomina del Coordinatore**

Il Coordinatore viene eletto dai membri del Collegio dei Docenti in accordo alle disposizioni del Regolamento didattico di Ateneo ed al Regolamento di Ateneo in materia di Dottorato di Ricerca.

### **Articolo 11 - 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).