

# REGOLAMENTO DEL CORSO DI DOTTORATO DI RICERCA IN INFORMATICA DELL'UNIVERSITÀ DI PISA

## Art. 1 - Scopi del Corso, durata del Corso, afferenza amministrativa e disciplina generale.

Scopo del Corso è la formazione di persone di vasta e profonda cultura in Informatica e di provata capacità di svolgere ricerca originale in questo settore.

Il Corso ha durata triennale.

Il Corso si svolge presso il Dipartimento di Informatica cui afferisce amministrativamente.

Il Corso è disciplinato da quanto disposto dall'Art. 4 della Legge 3 luglio 1998, n.210, dal Regolamento Ministeriale approvato con d.m. 30 aprile 1999, n.224, dal Regolamento dei Dottorati dell'Università di Pisa, approvato con d.rett. n. 01/1130 del 30 agosto 1999 e dal presente Regolamento.

## Art. 2 - Tematiche di competenza del Corso

Le tematiche di competenza del corso sono le seguenti:

1. architetture dei sistemi di elaborazione e sistemi ad elevate prestazioni;
2. sistemi operativi;
3. reti e sistemi distribuiti;
4. valutazione delle prestazioni e simulazione;
5. sistemi di programmazione;
6. semantica e linguaggi;
7. ingegneria del software;
8. modelli di calcolo;
9. algoritmi e complessità;
10. basi di dati e sistemi di accesso all'informazione;
11. grafica, interfacce e sistemi multimediali;
12. intelligenza artificiale e soft computing;
13. elaborazione di immagini e segnali;
14. teoria dell'informazione.

Il Dipartimento di Informatica garantisce la possibilità di svolgere l'attività di ricerca in tali tematiche.

## Art. 3 - Organi di governo del Corso

Il Consiglio di dottorato può delegare al Coordinatore l'approvazione di modifiche che gli studenti chiedano di apportare al curriculum di studi approvato dal Consiglio (vedi il successivo Art. 8), l'autorizzazione a soggiorni in sedi estere e la convalida di esami dati in tali sedi.

## Art. 4 - Ammissione al Corso

L'ammissione al Corso avviene per titoli ed esame.

I titoli che si considereranno riguardano il curriculum universitario del candidato inclusi lauree e diplomi post laurea conseguiti.

L'esame di ammissione consiste di una prova scritta e di una prova orale, anche in lingua Inglese. La prova scritta deve permettere di valutare tutte le qualità dei candidati utili per affrontare studi di dottorato, quali la capacità di analisi e sintesi, l'abilità nel formalizzare i problemi, le conoscenze di base ed avanzate in Informatica, l'impegno e la capacità di studio. A tale scopo verranno proposti ai candidati quattro esercizi, di cui si chiederà la soluzione di almeno due. Inoltre, i candidati dovranno redigere una breve dissertazione su un argomento di ricerca in Informatica, scegliendolo tra quattro proposti loro dalla Commissione Giudicatrice. Gli esercizi e gli argomenti di cui sopra saranno selezionati all'interno di una lista di argomenti all'[allegato A](#) del presente regolamento. La prova orale valuterà l'attitudine dei candidati alla ricerca.

La prova orale consisterà in un colloquio concernente l'elaborato della prova scritta e dovrà inoltre dimostrare la buona conoscenza della lingua inglese. La prova orale deve consentire di valutare pienamente la personalità dei candidati e la loro attitudine alla ricerca.

Inoltre il candidato esporrà alla Commissione i propri interessi di ricerca, inquadrandoli nel contesto più ampio del campo di indagine scientifica in cui si collocano.

La Commissione giudicatrice del concorso di ammissione dispone di 100 punti per ciascun candidato, dei quali 30 sono riservati alla valutazione della tesi di laurea, del curriculum universitario, 30 alla valutazione della prova scritta, 40 alla valutazione della prova orale.

La valutazione dei titoli avviene prima della correzione della prova scritta e per i soli candidati che abbiano consegnato l'elaborato di tale prova. Non sono ammessi alla prova orale i candidati che riportino un punteggio inferiore a 40, sommando i voti ottenuti nella valutazione della tesi di laurea, del curriculum universitario e della prova scritta. I risultati della valutazione dei titoli e della prova scritta sono resi pubblici prima della prova orale. Sono ritenuti idonei i candidati che conseguano come voto complessivo almeno 70/100.

Data e luogo delle prove potranno apparire nel bando di concorso, oppure data e luogo della prova scritta potrà essere resa nota tramite affissione all'albo ufficiale e sul sito WEB dell'Università di Pisa e del Dipartimento di Informatica e per posta elettronica per i candidati che indichino nella domanda il loro indirizzo elettronico, almeno 15 giorni prima della prova stessa, e data e luogo della prova orale potranno essere comunicati in sede concorsuale da parte della Commissione Giudicatrice.

#### **Art. 5 - Articolazione del Corso**

Il Corso si articola in Insegnamenti, cicli di Seminari ed attività di Ricerca. Gli insegnamenti sono concepiti per la necessità del Corso di Dottorato, hanno durata indicativamente di venti ore e vertono su aspetti avanzati delle discipline di competenza del Corso e di altre discipline strettamente connesse. Agli studenti è richiesta la frequenza di almeno sei insegnamenti e superamento dei relativi esami. Insegnamenti tenuti in scuole avanzate in Italia e all'estero della durata di non meno di venti ore e che prevedano un regolare esame possono essere seguiti dagli studenti per l'adempimento di cui sopra, previa autorizzazione del Consiglio di Dottorato. Ogni ciclo di seminari consiste di riunioni periodiche, coordinate da un Responsabile scelto all'interno del Consiglio di Dottorato, su un particolare settore di studio, anche interdisciplinare. Esso è aperto alla partecipazione attiva degli studenti del Dottorato attraverso lo studio critico e la presentazione del lavoro scientifico di altri e la presentazione e discussione dello stato di avanzamento della propria dissertazione. Al termine di ogni ciclo di seminari, il responsabile riferisce al Consiglio di Dottorato sull'attività dei singoli studenti. L'attività di ricerca, da svolgere sotto la guida del Supervisore di cui al successivo Art. 7, è rivolta alla preparazione di una dissertazione finale scritta che costituisce l'obiettivo principale del Corso. La dissertazione dovrà documentare un lavoro ampio ed organico e contenere risultati originali di livello adeguato per la pubblicazione su una rivista internazionale.

#### **Art 6 - Elenco degli insegnamenti**

Il Consiglio di Dottorato provvede annualmente a deliberare l'elenco degli insegnamenti e dei cicli di seminari da attivare per l'anno accademico e ad affidare gli insegnamenti e le responsabilità dei cicli di seminari a membri del Consiglio di Dottorato, ovvero ad altri docenti o specialisti.

#### **Art. 7 - Nomina del Supervisore**

Ad ogni studente ammesso al Corso il Consiglio di Dottorato assegna un Supervisore scelto tra i membri del Collegio stesso, sentite le indicazioni dello studente. La designazione del Supervisore può essere in seguito modificata con le medesime modalità.

Il Supervisore ha il compito di guidare ed assistere lo studente nella formulazione del piano di studio ed è il principale responsabile delle ricerche volte alla preparazione della dissertazione finale.

#### **Art. 8 - Obblighi degli studenti**

Entro il primo anno di corso, dedicato soprattutto al consolidamento della cultura in Informatica e all'orientamento per la scelta della tesi, ogni studente deve frequentare sei insegnamenti e superare i relativi esami. Inoltre in ciascun anno di corso ogni studente deve partecipare attivamente ad almeno un seminario. La frequenza agli insegnamenti ed ai seminari è obbligatoria. All'inizio di ogni anno accademico ogni studente definisce, col concorso del proprio supervisore, un piano di studi. Il Consiglio di Dottorato lo esamina ed approva, richiedendo eventualmente allo studente opportune modifiche. All'inizio del Corso il Supervisore, sentiti altri docenti del Consiglio, valuta l'ampiezza della base culturale dello studente, anche in relazione al tipo di laurea conseguita, e dispone eventualmente l'inclusione del piano di studio di insegnamenti del Corso di Laurea in Informatica, ovvero di altri Corsi di Laurea, ovvero di studi individuali per i quali dispone opportune forme di controllo. All'inizio del secondo anno di Corso ogni studente, sotto la guida del proprio supervisore e consultando altri docenti del corso, deve scegliere un tema di ricerca o deve presentare al Consiglio di Dottorato una proposta di dissertazione contenente un inquadramento del tema di ricerca, una sintesi dei risultati già noti ed un'analisi dei problemi che si intendono affrontare. Il Consiglio di Dottorato nomina una Commissione dei relatori, presieduta dal supervisore, che esamina la proposta di dissertazione e la sottopone, con un motivato parere, al

Consiglio di Dottorato. La proposta può essere respinta a maggioranza dal Consiglio di Dottorato. Nel caso in cui la proposta venga respinta, lo studente può, nel corso del secondo anno, presentare nuove proposte. L'accettazione di una proposta di dissertazione entro il secondo di corso è condizione necessaria per il proseguimento degli studi di Dottorato. Dopo l'accettazione della proposta di dissertazione, il Supervisore coadiuvato dalla commissione dei relatori, assume la responsabilità della guida del lavoro di ricerca del candidato e riferisce in proposito al Consiglio di Dottorato.

### **Art. 9 - Attività presso altre Università o Istituti di Ricerca**

Gli studenti del Corso di Dottorato saranno incoraggiati a svolgere presso altre Università o Istituti di ricerca, in Italia o all'estero, alcune delle attività previste per il conseguimento del titolo di Dottore. Nel caso in cui queste attività comprendano una parte significativa del lavoro di dissertazione, un docente o un ricercatore dell'Università o dell'Istituto in questione dovrà essere chiamato a far parte della Commissione dei Relatori. Il periodo di soggiorno fuori sede non potrà superare i diciotto mesi e dovrà essere approvato dal Consiglio di Dottorato sentito il Supervisore dello studente.

### **Art. 10 - Valutazione dell'attività degli studenti**

Al termine di ognuno degli anni di corso ogni allievo presenta una relazione particolareggiata sull'attività e le ricerche svolte al Consiglio di Dottorato, che ne cura la conservazione. Sulla base di tale relazione, delle relazioni dei responsabili dei seminari, dell'esito degli esami relativi agli insegnamenti, delle prove eventualmente disposte per verificare l'acquisizione della base culturale e dello stato di avanzamento della dissertazione comunicato alla Commissione dei Relatori, il Consiglio di Dottorato valuta l'assiduità e l'operosità dell'allievo e il grado di preparazione raggiunto. In base a questa valutazione e sentito il parere del Supervisore, il Consiglio di Dottorato può proporre al Rettore l'esclusione del proseguimento del Corso di Dottorato. Al termine del Corso l'allievo illustra al Consiglio di Dottorato, in una conferenza pubblica, la propria dissertazione finale, prima della presentazione della stessa alla Commissione per il conseguimento del titolo di cui all'6 del d.m. n.224 "Regolamento in materia di dottorato di ricerca" (pubblicato in G.U. del 13/7/1999, n.162). Il Consiglio di Dottorato sentita la Commissione dei relatori che provvederà anche ad acquisire l'opinione di due esperti internazionali del settore in cui si colloca l'argomento della dissertazione, formula un giudizio analitico sull'originalità e qualità delle ricerche documentate nella dissertazione, nonché un giudizio complessivo sull'attività svolta dall'allievo. Tutti i giudizi sono pubblicati in una raccolta di atti ufficiali del Consiglio di Dottorato e sono di dominio pubblico.

### **Allegato A: Argomenti per l'esame di ammissione al Dottorato in Informatica**

1. Calcolabilità e complessità  
Macchine di Turing; Funzioni ricorsive; Tesi di Church; Funzioni non calcolabili e problemi indecidibili; Macchine di Turing universali; Il problema della fermata; Teroema di Rice Riduzioni Complessità computazionale di algoritmi e problemi; Classi di complessità: P, NP, PSPACE, LOGSPACE, P e NP-completezza
2. Algoritmi e Strutture dei Dati  
Tecniche di progetto di algoritmi: divide et impera, backtracking, greedy, programmazione dinamica, programmazione lineare Strutture dati fondamentali: liste, code, pile, alberi di ricerca, tabelle, grafi Algoritmi fondamentali: ricerca, ordinamento, algoritmi su grafi, ottimizzazione discreta
3. Architetture e Sistemi Operativi  
Architettura degli elaboratori
  1. Organizzazione del calcolatore: gerarchia di macchine astratte
  2. Livello Logico: circuiti logici e combinatori
  3. Livello Firmware: la microarchitettura
  4. Livello della macchina assembler: formato delle istruzioni, modi di indirizzamento, tipi di istruzioni, flusso del controllo
  5. Architetture parallele: pipelining e superscalari  
Sistemi Operativi:
  1. Gestione dei processi: Processi e Thread, Scheduling, Sincronizzazione, Deadlock
  2. Gestione della memoria: memoria RAM, memoria virtuale, paginazione, segmentazione
  3. File system: Interfaccia utente ed implementazione
  4. Dispositivi I/O: Organizzazione a livelli

5. Principi generali dei Sistemi Operativi Distribuiti
4. Automi, Linguaggi Formali e Compilatori Espressioni e linguaggi regolari, automi a stati finiti Linguaggi liberi da contesto, automi a pila Gerarchia di Chomsky Analisi lessicale e sintattica: analizzatori LL e LR Traduzione guidata dalla sintassi e generazione del codice
5. Basi di dati e Sistemi Informativi  
Modelli concettuali dei dati; Il modello dei dati relazionale; Algebra e calcolo relazionale Il linguaggio SQL per creare e usare basi di dati La teoria della normalizzazione dei dati; Le dipendenze fra i dati e le forme normali Architettura dei DBMS; Strutture ed algoritmi dei moduli per
- organizzare i dati nella memoria permanente,
  - ottimizzare l'esecuzione delle operazioni sui dati espresse nel linguaggio SQL
  - gestire le transazioni e gli accessi concorrenti ai dati
6. Ingegneria del software  
Definizione e problemi del processo software, attività di pianificazione, analisi dei requisiti, specifica di sistema e di dettaglio, progettazione funzionale, progettazione orientata agli oggetti, codifica, verifica e testing, le metriche del software
7. Intelligenza Artificiale  
Soluzione automatizzata di problemi (rappresentazione dei problemi, spazi di ricerca, ricerca euristica, soddisfazione di vincoli, teoria dei giochi) Rappresentazione della conoscenza e deduzione automatica Ragionamento incerto Formalismi di rappresentazione della conoscenza (Reti semantiche, Frame, Description Logic, Ontologie) Robotica e Pianificazione Apprendimento Automatico (Approccio a regole, reti neurali, metodi statistici) Percezione (visione, voce, linguaggio naturale)
8. Linguaggi e Paradigmi di Programmazione Concetti basilari: variabili, espressioni, tipi di dati, strutture di controllo, blocchi, moduli, regole di scoping Astrazioni sul controllo (procedure e funzioni) e sui dati (abstract data types) Object oriented programming: oggetti, classi, ereditarietà Paradigmi funzionale e imperativo Semantica operativa e denotazionale Metodi di verifica della correttezza
9. Reti di Calcolatori  
Concetti principali:
- Architettura delle reti di calcolatori: reti locali (cablate e wireless), reti geografiche, interconnessione di reti ed internet; Pile protocollari
  - Protocolli di livello applicativo: HTTP, P2P, protocolli per la posta elettronica, DNS
  - Tecniche e protocolli del livello trasporto: multiplexing-demultiplexing, trasporto privo di connessione e UDP, trasporto orientato alla connessione e TCP, controllo della congestione, protocolli a finestra scorrevole
  - Livello di rete e algoritmi di instradamento; Protocollo IP e indirizzamento in internet
  - Tecniche e protocolli di livello data link: determinazione e correzione di errori, protocolli di accesso al mezzo di comunicazione, indirizzamento di livello data link, protocollo ARP, Ethernet, protocolli per reti wireless e mobili"