

MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

Modulo Proposta Accreditamento dei dottorati - a.a. 2024/25 - Ciclo 40°
codice = DOT13PBJJW

Denominazione corso di dottorato: INTERNATIONAL DOCTORATE IN STRUCTURAL BIOLOGY

1. Informazioni generali

Corso di Dottorato

Il corso è:	Rinnovo	
Denominazione del corso	INTERNATIONAL DOCTORATE IN STRUCTURAL BIOLOGY	
Cambio Titolatura?	NO	
Ciclo	40	
Data presunta di inizio del corso	01/11/2024	
Durata prevista	3 ANNI	
Dipartimento/Struttura scientifica/artistica proponente	Chimica "Ugo Schiff"	
Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accREDITAMENTO ai sensi dell'art 5 comma 2, DM 226/2021	30	
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	www.phdstructuralbiology.unifi.it	

Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso

Descrizione del progetto:

Il corso mira a fornire una formazione multidisciplinare e di alta qualità nel campo della ricerca in biologia strutturale. Per raggiungere questo obiettivo, il corso si avvale di un programma integrato che comprende competenze in chimica, biologia, biofisica, medicina e informatica, in grado di affrontare le attuali sfide scientifiche in questo ambito della ricerca, che vanno dalle questioni fondamentali alle applicazioni. I dottorandi verranno formati in modo da considerare la ricerca multidisciplinare, l'integrazione di diverse tecniche e la cooperazione transnazionale come bisogni primari per lo sviluppo della ricerca scientifica. La biologia strutturale è la chiave per l'innovazione nelle biotecnologie, nella tecnologia alimentare e nelle applicazioni biomediche. Svolge un ruolo importante nella comprensione

della modalità di azione delle terapie e ha facilitato la progettazione di farmaci innovativi e biologici che agiscono su specifici bersagli molecolari. A partire dalla determinazione delle strutture tridimensionali delle macromolecole, la biologia strutturale si è evoluta fino allo studio della dinamica delle macromolecole e dei meccanismi macromolecolari, collocandoli in contesti cellulari. Fornisce una visualizzazione a livello atomico delle biomolecole e del loro modo di funzionare. Le aziende farmaceutiche hanno dipartimenti di biologia strutturale coinvolti in varie fasi delle pipeline di scoperta di farmaci.

Attraverso approcci integrativi di biologia strutturale che combinano tecniche sperimentali e computazionali complementari sarà possibile in un prossimo futuro comprendere struttura e funzionalità di sistemi molecolari sempre più grandi e fenomeni biologici sempre più complessi.

I candidati saranno formati al fine di

- acquisire un solido background scientifico comune nell'area della biologia strutturale
- partecipare e promuovere la propria ricerca in convegni internazionali
- comunicare i risultati del proprio lavoro in pubblicazioni internazionali
- ampliare i propri orizzonti attraverso un'ampia varietà di corsi e seminari
- stimolare le collaborazioni interdisciplinari
- stimolare la mobilità e le collaborazioni transnazionali
- acquisire una formazione non scientifica per migliorare le prospettive di carriera
- trasformarsi in giovani ricercatori qualificati, aperti e indipendenti.

La sede operativa del dottorato è il CERM, core center della infrastruttura europea di biologia strutturale integrata (INSTRUCT-ERIC), a cui accedono numerosi ricercatori europei nel campo della biologia strutturale. Il CERM ha strumentazione e competenze uniche a livello mondiale, e riconosciuto a livello internazionale. Il CERM è uno dei primi laboratori al mondo per qualità delle apparecchiature, produzione e credibilità scientifica nel campo della biologia strutturale e dell'NMR.

Obiettivi del corso:

Il corso di dottorato mira alla formazione di dottori di ricerca all'avanguardia nella conoscenza e nella formazione nel campo delle moderne metodologie di indagine in biologia strutturale, biotecnologia e biologia dei sistemi.

Il corso mira alla formazione di una generazione di dottori di ricerca con requisiti fondamentali nell'ambito degli studi strutturali, dinamici e funzionali dei sistemi biologici:

- 1) *Formazione scientifica di assoluta avanguardia a livello internazionale sulle tecniche di biologia molecolare, biofisica, risonanza magnetica e caratterizzazione strutturale;*
- 2) *Conoscenza ed esperienza nella pianificazione, esecuzione e valutazione di progetti esecutivi per lo studio di processi biologici;*
- 3) *Sensibilità e attitudine verso la dimensione internazionale del mondo della ricerca scientifica e del mercato del lavoro.*

Tali obiettivi vanno incontro alle necessità del mondo dell'industria e della ricerca, che offre, su scala europea, enormi opportunità per figure professionali altamente qualificate e competenti nei settori all'interfaccia tra chimica, fisica, biologia e medicina.

Le materie alla base del corso sono:

- 1) *risonanza magnetica nucleare (in soluzione e allo stato solido) e cristallografia a raggi X per studi strutturali, funzione e dinamica di macromolecole biologiche, interazioni proteina-proteina;*
- 2) *tecniche di biologia molecolare e di biologia cellulare per la preparazione e manipolazione di proteine, DNA e consorzi batterici;*
- 3) *sviluppo di nuovi farmaci attraverso tecniche di drug design;*
- 4) *bioinformatica come strategia di base per lo studio dei fenomeni cinetici e termodinamici e della dinamica proteica, per l'apprendimento e lo sviluppo di metodi per l'utilizzo di database genomici al fine di identificare bersagli molecolari per lo sviluppo di nuovi farmaci;*
- 5) *metabolomica.*

Sbocchi occupazionali e professionali previsti

I principali sbocchi occupazionali sono

- 1) *Carriera accademica nei migliori laboratori del mondo*
- 2) *Attività di ricerca e management in laboratori di enti pubblici e privati.*
- 3) *In tutte le industrie di avanguardia che operano nel settore biotecnologico e farmaceutico*

Gli obiettivi formativi di questo corso di dottorato sono in perfetta sinergia con il profilo professionale tipico ricercato dalle aziende biotecnologiche e farmaceutiche. Quasi tutti i dottorandi usciti dal gruppo di ricerca del CERM hanno subito trovato impiego qualificato. Molti sono occupati in carriere di tipo accademico (con posizioni permanenti in Europa e nel mondo) anche favoriti dalle molteplici interazioni con ricercatori provenienti da tutto il mondo che vengono al CERM come utenti della infrastruttura di ricerca nell'ambito di progetti europei e di accordi internazionali. Un numero significativo di dottori di ricerca ha trovato impiego nel mondo dell'industria.

Il CERM contrae accordi scientifici e commerciali con numerose industrie nel settore farmaceutico, tecnologico e biotecnologico. Con tali industrie, il CERM stipula convenzioni per ricerche di interesse comune e per l'accesso alla strumentazione ed alle competenze del CERM da parte dell'industria, presenta progetti collaborativi di ricerca e sviluppo tecnologico alla Commissione Europea, organizza conferenze ed eventi di rilevanza internazionale.

Sede amministrativa

Ateneo Proponente:	<i>Università degli Studi di FIRENZE</i>
N° di borse finanziate	5
di cui DM 630 (Investimento 3.3):	1
di cui DM 629 (Investimento 3.4):	
di cui DM 629 (Investimento 4.1 generici):	
di cui DM 629 (Investimento 4.1 P.A.):	
di cui DM 629 (Investimento 4.1 Patrimonio culturale):	
Sede Didattica	<i>Firenze</i>

Coerenza con gli obiettivi del PNRR

Il progetto di dottorato è conforme agli obiettivi del PNRR, non solo per lo straordinario impatto che riveste nella formazione di giovani ricercatori, ma anche in quanto contribuisce alla transizione ecologica (missione 2), promuove la ricerca di base e applicata e l'innovazione tecnologica (missione 4) e lo sviluppo di farmaci (missione 6). In particolare, la caratterizzazione dei processi biologici a livello atomico mediante tecniche spettroscopiche di avanguardia con strumentazione di frontiera e metodi di "machine learning" permette di ottimizzare a) l'utilizzo di materie prime b) la quantità e c) la qualità dei prodotti utilizzati per la produzione di farmaci o altre sostanze di sintesi ad alto valore aggiunto attraverso la catalisi enzimatica, nonché di garantire la qualità del prodotto finito, dalle formulazioni farmaceutiche al cibo. I prodotti della ricerca che ne conseguiranno potranno costituire un vantaggio strategico per le aziende operanti nel territorio regionale e nazionale, nonché per i partner industriali con cui il nostro centro collabora, con importanti e positivi effetti sulla salute umana e sull'economia locale e nazionale.

3. Collegio dei docenti

Coordinatore

Cognome	Nome	Ateneo/Istituzione Proponente:	Dipartimento/Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID
<i>PIERATTELLI</i>	<i>Roberta</i>	<i>Università degli Studi di FIRENZE</i>	<i>Chimica "Ugo Schiff"</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>03/B1</i>	<i>03</i>	<i>6701338898</i>	

Componenti collegio

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
1.	<i>BANCI</i>	<i>Lucia</i>	<i>FIRENZE</i>	<i>Chimica "Ugo Schiff"</i>	<i>COMPONENTE</i>	<i>Professore Ordinario</i>	<i>03/B1</i>	<i>03</i>	<i>CHIM/03</i>	<i>Ha aderito</i>	<i>56249831400</i>	
2.	<i>CANTINI</i>	<i>Francesca</i>	<i>FIRENZE</i>	<i>Chimica "Ugo Schiff"</i>	<i>COMPONENTE</i>	<i>Professore Associato (L. 240/10)</i>	<i>03/B1</i>	<i>03</i>	<i>CHIM/03</i>	<i>Ha aderito</i>	<i>7006106920</i>	

3.	CIOFI BAFFONI	Simone	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	6602151650	
4.	LELLI	Moreno	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	6602193253	
5.	NATIVI	Cristina	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Ordinario	03/C1	03	CHIM/06	Ha aderito	7003609982	
6.	PARIGI	Giacomo	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	7006581133	
7.	PIERATTELLI	Roberta	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	Coordinatore	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	6701338898	
8.	RAVERA	Enrico	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	37026862100	
9.	ROSATO	Antonio	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	55316364000	
10.	TENORI	Leonardo	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	8951639300	
11.	TURANO	Paola	FIRENZE	Chimica "Ugo Schiff"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/B1	03	CHIM/03	Ha aderito	7003433915	

n.	Cognome	Nome	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo*	Codice bando competitivo
1.	BONVIN	ALEXANDER	Università straniera	UNIVERSITA' UTRECHT	Paesi Bassi	Professore di Univ.Straniera	BIO/11	05/E2	05	7003870500		
2.	CARAZO	JOSE MARIA	Università straniera	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID	Spagna	Professore di Univ.Straniera	BIO/11	05/E2	05	35500936300		
3.	LESAGE	ANNE	Ente di ricerca estero	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	Francia	Dirigenti di ricerca	CHIM/02	03/A2	03	26643127100		
4.	MONTELIONE	GAETANO	Università straniera	RUTGERS, THE STATE UNIVERSITY OF NEW JERSEY	Stati Uniti d'America	Professore di Univ.Straniera	BIO/10	05/E1	05	7006477241		
5.	SCHWALBE	HARALD	Università straniera	UNIVERSITA' DI FRANCOFORTE	Germania	Professore di Univ.Straniera	BIO/10	05/E1	05	35431915200		

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Paese	Qualifica	Tipologia (descrizione qualifica)	Area CUN	Scopus Author ID (facoltativo)
1.	LUCHINAT	CLAUDIO	Giotto Biotech S.r.l.	Italia	imprese	Presidente	03	7103221000

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	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	<i>Basics of molecular biology</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>The course of Basics of Molecular Biology aims at providing an overview of the basic mechanisms that regulate cellular processes and of the most commonly used laboratory techniques, with a particular focus on the methodologies used for the production of proteins suitable for Structural Biology studies. In particular, genome structure (DNA primary and secondary structure, DNA supercoiling and topology, gene packing in the cell, DNA denaturation/renaturation) and functions (replication, translation and transcription) are discussed at the cellular and molecular level, to introduce the basic methodologies used for molecular cloning (restriction enzyme cloning, Topo TA cloning, Gateway Technology), gene amplification (PCR, propagation of plasmids in bacteria), DNA purification (gel electrophoresis, plasmid extraction from cells, purification on silica/cellulose/ion exchange matrices), DNA sequencing (Sanger Sequencing), recombinant protein expression. Specifically, the strategies for expression of recombinant proteins in E. coli are discussed: E. coli cells strains selection, design of expression vectors, parameters affecting cells growth and protein expression, protein purification strategies.</i>			<i>SI</i>	
2.	<i>Basics of NMR</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>The NMR Spectrometer: magnet, probes, transmitters and receivers. Electronics, Nyquist theorem, rotating frame, physics of artifacts, quadrature detection modes. Performing a simple experiment: pulses, dwell time, acquisition time, digital resolution, oversampling, processing. Sensitivity in NMR and related aspects. Phase cycling. Fourier transformation: hard, soft and shaped pulses. The Inversion recovery and related experiments. Two dimensional NMR: basic concepts. Heteronuclear experiments and scalar coupling, introduction to product operator vs vectorial formalism: INEPT, inverse INEPT and spin echoes. Relaxation in a nutshell, how to measure T1 and T2. Experiments for fast relaxing systems. Pulse sequence algebra: basics concepts and application to various pulse sequence building block.</i>			<i>SI</i>	
3.	<i>Bioinformatics</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>The course will consist of lectures and lab practicals on the following topics: servers and web servers; biological databases; alignments of sequences; profiles of sequences; structural alignments; structure-function relationship in proteins; protein interactions; biological tools to study metal ions in biology. At the end of the course the students will: - be familiar with the most relevant bioinformatics tools and biological databases; - understand the underlying computational methods; be able to take advantage of the capabilities of some tools; interpret the results of a pipeline of bioinformatic analyses.</i>			<i>SI</i>	

4.	Metabolomics	12	primo anno	<p>Introduction to the "-Omics" sciences. Definition of metabolome and metabolomics. Main analytical techniques used for collecting meabolomic data: comparison between MS and NMR. Targeted and untargeted metabolomics. Metabolic fingerprint and metabolic profile.</p> <p>Handling and preparation of the most common samples. Acquisition and processing of NMR spectra for metabolomic analysis: 1D CPMG and NOESY proton experiments. Preparation of the NMR data: bucketing and normalization of the spectra; identification and quantitation of metabolites. Statistical analysis of metabolomics data. Unsupervised and supervised analysis. Univariate and multivariate analysis. Examples of metabolomic investigations.</p>			SI	
5.	Computational tools in structural biology	12	primo anno	<p>This course aims at familiarizing the students with the main computational tools for the analysis and interpretation of biomolecular structures, along with the underlying concepts. In particular, we will focus on publicly available databases (as the sources of the needed data) and web servers (to perform the calculations). The applications to be addressed with practical examples from real relevant work in the lab will include: pairwise structural comparison of evolutionarily distant systems; "matrix" comparison of multiple structures; membrane protein structures and their embedding in a lipidic environment; methods for the prediction of protein structures; refinement of macromolecular structures; comparison of the active sites of metalloenzymes; structural similarity networks.</p>			SI	
6.	Integrated structural biology	12	secondo anno	<p>The course addresses the paradigm shift from a reductionist to an integrative approach in biomolecules characterization, which is required for the understanding of how biomolecules dynamically function within larger macromolecular assemblies, or in the cellular environment.. The course will present an overview on methods able to provide structural information and which are complementary to the standard structural biology techniques (NMR and X-ray crystallography). Lectures are devoted to the basic principles, on the strengths and on the limitations for the application of: a) FRET, b) structural mass spectrometry, c) super-resolution microscopy, d) in-cell NMR. Examples of the applications of these techniques and of their integration will be also presented.</p>			SI	
7.	Drug discovery	12	secondo anno	<p>The main topics covered during the course are:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) The drug discovery pipeline. Binding affinity and dissociation constant. In-silico high-throughput screening: docking. 2) Practical tips for docking calculations. In-vitro high-throughput screening: fluorimetric methods, isothermal titration microcalorimetry, NMR screening. 3) Practical tips for fluorimetric experiments. Practical tips for isothermal titration microcalorimetry. 4) Practical tips for NMR experiments for protein-based ligand screening. 			SI	
8.	Introduction to cryoelectron microscopy	12	secondo anno	<p>Structural biology overview (a bit of history of structural biology main techniques), wavelength and resolution, imaging vs diffraction, types of electron microscopy (SEM, TEM), cryo-EM, instrumentation, sample preparation process (vitrification and staining), use of VitRobot, data collection, image formation process (2-D images), detectors, radiation damage, data processing and analysis (single particles), single-particle 3-D reconstruction (particle-picking, classification, averaging, alignment), direct space and Fourier methods, angular reconstitution, noise and resolution, microscope anatomy (emission sources, electromagnetic lenses, chromatic and spherical aberration correction, astigmatism, condenser lenses), cryo-electron tomography, cryo-electron crystallography, microED, applications, examples and impact in structural biology</p>			SI	

9.	<i>X-ray crystallography of proteins</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>X-ray crystallography as a tool in structural biology, preparation of samples for X-ray crystallography, crystallization theory and practical techniques to grow protein crystals, X-ray diffraction phenomenon, geometry of diffraction, the Bragg law, concept of real and reciprocal space, the Ewald sphere, Miller indices, elements of crystal symmetry, derivation of the structure factor equation, the phase problem, methods to solve the phase problem (Molecular Replacement, Isomorphous Replacement and Anomalous Dispersion), the electron density map computation, model building into the electron density map, structure refinement, evaluation of the quality of the structure and validation, structure-function relationship, examples of structure determination.</i>			SI
10.	<i>Protein structure determination through NMR</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>The objective of the course is to introduce methods used in NMR spectroscopy for structure determination of proteins and for studying protein-protein interactions. The course will cover the application of two- and three-dimensional NMR experiments along with different isotope labelling schemes that are routinely used for protein/protein complex structure determination. The methodology required for assigning resonances of ¹⁵N and ¹³C labeled proteins, analysis of NOEs constraints, as well as structure calculations in protein/protein complexes of different sizes will be described.</i>			SI
11.	<i>Solid state NMR</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>This course is focused on the introduction to solid-state NMR, illustrating the basic principles of the technique, the major difficulties with respect to solution NMR and the important information that can be obtained through Solid-State NMR. Special attention is addressed to students that has not a strong NMR background. Empirical differences between solution and solid state spectra. Solution and solid state Hamiltonians. Chemical shift, dipolar, quadrupolar and scalar coupling in solid-state NMR. Anisotropic interaction and their mathematical description. Static spectrum and Magic Angle Spinning techniques. Impact of the MAS in the spectrum, choice of the most favourable MAS frequency. Basic experiments in MAS solid-state NMR. Cross-polarization. HC and HN correlations, PDS, CHHC, NCA, NCACX, NCO, NCOCX. Application to biomolecules: sample preparation. Experiments for the resonance assignment and experiments for the structural determination. Carbon detected experiments and Proton detected experiments. Examples of biomolecular solid-state NMR recent publications. Introduction to Dynamic Nuclear Polarization. Dynamic nuclear polarization applied to biomolecular NMR. limits and potential of the technique. Perspective of solid-state NMR.</i>			SI
12.	<i>In-cell NMR</i>	12	<i>secondo anno</i>	<i>What is in-cell NMR and why do it; brief history of in-cell NMR; types of host cells; approaches for sample preparation; protein/DNA delivery: microinjection, cell-penetrating peptides, pore-forming toxins, swelling, electroporation; direct protein expression in bacteria, yeast, insect, human cells; bioreactors; isotopic labeling strategies; effects of the cellular environment: ionic composition, redox potential, macromolecular crowding, interactions with macromolecules; effects on the NMR spectra: chemical shift perturbation, homogeneous and inhomogeneous broadening; application to proteins: structure determination from NOEs / lanthanide tags, protein folding stability, protein maturation and redox state, IDPs, PTM, protein-protein interactions, protein-drug interaction, application to nucleic acids, in-cell solid state in brief.</i>			SI

13.	<i>Improving the NMR culture</i>	12	secondo anno	<i>Several experimental variants are available to acquire the most widely used NMR experiments for biomolecular NMR applications, starting from the most simple ones such as the 1D 1H and 2D 1H-15N correlation experiments. The aim of the course consists in refreshing the theoretical background needed for the optimal experimental set-up in order to be able to select and implement the most appropriate variant for a specific application. Various approaches to acquire 1D 1H NMR experiments will be discussed and the practical results obtained in real cases will be shown. The different approaches to acquire a 2D 1H-15N correlation spectrum will be outlined. After introducing the main structure of an HSQC experiment, different variants with optimal properties for different cases will be discussed. The method to check the heteronuclear pulse length directly on the protein sample will be introduced.</i>			SI	
14.	<i>Advanced Molecular Biology</i>	12	secondo anno	<i>- Introduction to molecular cloning, expression vectors, description of the components of an expression vector. Description of the main cloning methods: sequence dependent cloning and sequence independent cloning methods - Expression techniques and factors influencing the expression of recombinant proteins in E. coli: growth/induction conditions, the expression vector, and host cell. Antibiotic resistance genes. Formation of inclusion bodies, fusion tags - Purification methods: affinity chromatography, ionic exchange chromatography; gel filtration, hydrophobic interaction chromatography. - Post-translational modifications: characterization of disulfide bonds; production, purification of a metalloprotein such copper proteins, iron-sulphur proteins, heme proteins</i>			SI	
15.	<i>Corsi competenze trasversali</i>	36	primo anno secondo anno terzo anno	<i>Corsi di competenze trasversali erogati dall'ateneo e frequentabili nel corso dei tre anni. I dottorandi usufruiscono della didattica delle competenze trasversali, che si integra con il percorso disciplinare offerto dal corso di dottorato. Le aree di insegnamento comprendono: competenze alfabetiche funzionali, competenze linguistiche, competenze digitali, competenze personali, sociali e di apprendimento, competenze civiche, competenze imprenditoriali, competenze in materia di consapevolezza ed espressione culturale, scrittura scientifica in ambito umanistico, proprietà, industriale e intellettuale</i>			NO	

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

Totale ore medie annue: 68 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 15

Di cui è prevista verifica finale: 14

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)	Eventuale curriculum di riferimento
1.	<i>Seminari</i>	<i>Vengono organizzati seminari tenuti principalmente da eminenti ricercatori nel panorama internazionale sui vari aspetti della biologia strutturale e sulle tecniche ad essa correlate. I seminari spaziano dalla teoria NMR alla bioinformatica, dalla biologia molecolare alla caratterizzazione delle interazioni tra biomolecole in cellula, dalla dinamica molecolare alle metabolomica. Oltre a partecipare ai seminari tenuti da docenti, ogni settimana gli studenti sono</i>	
n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
		<i>tenuti a tenere seminari di ricerca come strumento di base per la propria formazione. Sono previsti cicli seminariali anche relativamente a: perfezionamento informatico; gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali; valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca; principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità.</i>	

2.	Attività di laboratorio	I dottorandi svolgono attività di laboratorio sia di NMR che di biologia molecolare. Il CERM è dotato della più avanzata e completa strumentazione NMR a cui possono accedere per compiere esperimenti su biomolecole sia ai fini della risoluzione della struttura molecolare e dell'assegnazione dei segnali NMR, che dell'osservazione delle interazioni e per studi di dinamica. Ricevono inoltre una formazione all'avanguardia di laboratorio di biologia molecolare per l'espressione di proteine ricombinanti isotopicamente arricchite, in particolare per studi NMR, e per la loro caratterizzazione biofisica.	
3.	Seminari	Seminari congiunti di tutori e dottorandi per illustrare e approfondire le tematiche dei progetti di ricerca e al tempo spesso guidare i dottorandi nell'impostazione di una presentazione efficace e ben organizzata. Al termine della presentazione i dottorandi uditori saranno invitati a indicare punti di forza e di debolezza delle presentazioni, oltre che a formulare domande di carattere scientifico.	

5. Posti, borse e budget per la ricerca

Posti, borse e budget per la ricerca

	Descrizione	Posti	
A - Posti banditi (incluse le borse PNRR)	1. Posti banditi con borsa	<i>N. 5</i>	
	2. Posti coperti da assegni di ricerca		
	3. Posti coperti da contratti di apprendistato		
	Sub totale posti finanziati (A1+A2+A3)	<u>N. 5</u>	
	4. Eventuali posti senza borsa		
B - Posti con borsa riservati a laureati in università estere			
C - Posti riservati a borsisti di Stati esteri			
D - Posti riservati a borsisti in specifici programmi di mobilità internazionale			
E - Nel caso di dottorato industriale, posti riservati a dipendenti delle imprese o a dipendenti degli enti convenzionati impegnati in attività di elevata qualificazione (con mantenimento dello stipendio)			
F - Posti senza borsa riservati a laureati in Università estere			
		(G) TOTALE = A + B + C + D + E + F	<u>N. 5</u>
		(H) DI CUI CON BORSA = TOTALE - A4 - F	<u>N. 5</u>
Importo di ogni posto con borsa (importo annuale al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	<i>(1) Euro: 16.243,00</i>	Totale Euro: (1) x (H-D) x n. anni del corso	€ 243.645
Budget pro-capite annuo per ogni posto con e senza borsa per attività di ricerca in Italia e all'Estero coerenti con il progetto di ricerca (in termini % rispetto al valore annuale della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	<i>(min 10% importo borsa; min 20% per dottorati nazionali): %10,00</i>		
	(2) Euro: 1.624,3	Totale Euro: (2) x (G-D) x n. anni del corso	€ 24.364,5
Importo aggiuntivo per mese di soggiorno di ricerca all'estero per ogni posto con e senza borsa (in termini % rispetto al valore mensile della borsa al lordo degli oneri previdenziali)	<i>(MIN 50% importo borsa mensile): %50,00</i>		

	Descrizione	Posti	
a carico del percipiente)	Mesi (max 12, ovvero 18 per i dottorati co-tutela o con università estere): 6,00		
	(3) Euro: 4.060,75	Totale Euro: (3)x(G-D)	€ 20.303,75
BUDGET complessivo del corso di dottorato			€ 288.313,25

(2): (importo borsa annuale * % importo borsa mensile)

(3): (% importo borsa mensile * (importo borsa annuale/12) * mesi estero)

Fonti di copertura del budget del corso di dottorato (incluse le borse).

FONTE	Importo (€)	% Copertura	Descrizione Tipologia (max 200 caratteri)
Fondi ateneo (in caso di forma associata il capofila)	46.208,17	13.2	- cofinanziamento borse PNRR
Fondi MUR	60.000,00	17.14	- Borsa DM 630
di cui eventuali fondi PNRR	60.000,00		- Borsa DM 630
Fondi di altri Ministeri o altri soggetti pubblici/privati	10.000,00	2.86	- cofinanziamento impresa borsa DM 630
di cui eventuali fondi PNRR			
Fondi da bandi competitivi a livello nazionale o internazionale	233.841,35	66.8	- borsa dipartimento eccellenza - borsa PRIN Fragai - borse su fondi PNRR (cofinanziate)
Finanziamenti degli altri soggetti che partecipano alla convenzione/consorzio (nel caso di dottorati in forma associata)		0	
Altro		0	
Totale	350049.52		

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)	SI	mesi 3		
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	NO			
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6	mesi: 3	

NOTA BENE

IL COSTO STRUTTURA (AL LORDO DEI CONTRIBUTI A CARICO DELL'ATENEO) PER UN'ANNUALITA' DI BORSA EQUIVALE A € 20.037,36 (PIU' IL 50% DI MAGGIORAZIONE PER ESTERO)

PERTANTO IL BUDGET COMPLESSIVO REALE DEL CORSO DI DOTTORATO CORRISPONDE A € 350.049,52

6. Strutture operative e scientifiche**Strutture operative e scientifiche**

Tipologia		Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
Attrezzature e/o Laboratori		<i>Ampi laboratori con strumentazione all'avanguardia nel mondo in spettroscopia NMR ad alto campo (12 spettrometri, fino a 1200 MHz) e biocomputing; spettrometro EPR; laboratori di biologia molecolare e di biochimica all'avanguardia; accesso al Florence Center for Electron Nanoscopy FloCEN, al Centro di Espressione genica GENEXPRESS, al Centro di Cristallografia Strutturale CRIST e Spettrometria di Massa CISM.</i>
Patrimonio librario	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	<i>Biblioteca del polo scientifico e riviste on-line dell'Università. Il patrimonio librario è ampio e aggiornato, tale da fornire una eccellente copertura delle tematiche del corso.</i>
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)	<i>L'Università di Firenze è abbonata per la consultazione on-line di quasi tutte le riviste di chimica, fisica e biologia diffuse a livello internazionale, in modo tale da fornire una copertura pienamente soddisfacente delle tematiche del corso.</i>
E-resources	Banche dati (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	<i>Tutte le banche dati a cui l'Università di Firenze e' abbonata e accesso a tutti i database pubblici</i>
	Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti	<i>Il CERM è dotato di software aggiornati per l'acquisizione e l'analisi di dati NMR, calcoli computazionali, bioinformatici, di dinamica molecolare, per il calcolo e il raffinamento strutturale di proteine e acidi nucleici. Una frazione significativa di questi software è stata sviluppata dai ricercatori ICT del CERM.</i>
	Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico	<i>Ampi spazi per laboratori e studi, per oltre 3000 m2. Le capacità di calcolo sono estremamente elevate attraverso cluster di personal computer e la gestione di una virtual community della European Grid Initiative attraverso progetti europei.</i>
Altro		<i>Per la loro formazione all'estero e per lo sviluppo di progetti internazionali, gli studenti avranno accesso al Bijvoet Center dell'Università di Utrech, al Biocentrum dell'Università di Francoforte e al Centre de RMN della Scuola Normale Superiore di Lione. Questi laboratori sono tra i più attrezzati al mondo nell'area della biologia strutturale sia in soluzione che allo stato solido.</i>

7. Requisiti e modalità di ammissione

Tutte le lauree
magistrali? *SI, Tutte*

se non tutte,
indicare quali:

**Altri requisiti per
studenti stranieri:**

(max 500 caratteri):

I candidati in possesso di titolo accademico estero (equivalente a laurea specialistica/magistrale) potranno presentare domanda di ammissione allegando i titoli di studio conseguiti corredati da traduzione in lingua italiana o inglese, anche a cura e sotto la responsabilità del candidato. Tali candidati saranno ammessi alla selezione con riserva e saranno esclusi dal dottorato di ricerca qualora risultasse, a seguito di verifica, che il titolo non è conforme.

Eventuali note

Modalità di ammissione

Modalità di ammissione

- Titoli
- Prova orale
- Lingua
- Progetto di ricerca

**Per i laureati all'estero la modalità di ammissione
è diversa da quella dei candidati laureati in Italia?**

NO

se SI specificare:

Attività dei dottorandi

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	SI	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	SI	Ore previste: 40
E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	NO	

Note

(MAX 1.000 caratteri):

*Per i laureati all'estero la modalità di ammissione può essere diversa da quella dei candidati laureati in Italia: "Possibilità di valutazione attraverso titoli, progetto di ricerca, colloquio on-line"
Le modalità di ammissione per i laureati all'estero sono differenziate a seconda delle tipologie: cittadini extracomunitari titolari di borse, ricercatori Marie Curie, etc.*

Chiusura proposta e trasmissione: 07/06/2024