

Questa tabella sostituisce la tabella allegata al Regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale emanato con DR 620 di data 4 settembre 2020 e si applica dalla coorte 2022/2023.

Tabella 1 – Obiettivi delle attività formative previste dal percorso

Corso di *laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale*: obiettivi delle attività formative previste dal corso di studio per le coorti di studenti iscritti dall'a.a. 2022/23 e successivi.

PERCORSO BIOTECHNOLOGICAL TRACK:

Biostatistics	
Modulo A	<i>Linear Algebra for Statistics</i> : Il corso si propone di fornire una conoscenza pratica di base dell'algebra lineare e di come possa essere applicata a problemi statistici. Verranno inoltre esaminati concetti elementari di calcolo a più variabili.
Modulo B	<i>Probability and Computing for Statistics</i> : Il corso, dopo una breve rassegna dei principi di base della probabilità e delle variabili casuali, si propone di fornire i principi e la pratica dell'inferenza statistica, con un focus sull'approccio basato sul likelihood e sul modello di regressione lineare. Un secondo obiettivo del corso è l'introduzione ad un linguaggio di programmazione adatto a calcoli statistici, come R.
Scientific Programming	
Modulo A	<i>Programming</i> : L'obiettivo è quello di fornire le basi pratiche della programmazione in ambito scientifico tramite presentazione dei costrutti e esercitazioni in un linguaggio opportuno.
Modulo B	<i>Algorithms and Data Structures</i> : L'obiettivo è di introdurre gli studenti alla risoluzione di problemi in modo computazionale attraverso la presentazione di algoritmi e della loro analisi, concentrandosi su algoritmi e strutture dati per risolvere problemi su stringhe, alberi e grafi con riferimenti alla loro complessità.
Genomics	
Modulo A	<i>Computational Microbial Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di genomica microbica con particolare focus sull'analisi di microrganismi e di comunità microbiche da dati di sequenziamento generati con tecniche e piattaforme ad alta processività. Il corso prevede una parte di introduzione teorica agli argomenti principali di genomica microbica e una parte di esercitazione in cui gli studenti analizzeranno dati sperimentali di ultima generazione.
Modulo B	<i>Computational Human Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze nelle aree di genomica strutturale, genomica funzionale ed evoluzione. Il corso fornisce elementi di analisi computazionale e quantitativa utilizzando come esempi dati sintetici e reali nel contesto di malattie umane.
Biotechnology Engineering	
Modulo A	<i>Genetic and Metabolic Engineering</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sulle tecnologie di manipolazione del DNA e l'utilizzo di vari sistemi microbici o cellulari per l'espressione controllata di geni eterologhi. Il corso fornisce inoltre conoscenze sul metabolismo cellulare e la sua regolazione, nonché sulle tecnologie che consentono di perturbare e dirigere i flussi metabolici per la produzione di molecole di interesse biotecnologico.
Modulo B	<i>Tissue Engineering</i> : Il corso ha come obiettivo di introdurre gli studenti a concetti e strategie dell'ingegneria dei tessuti. Gli studenti apprenderanno come utilizzare i concetti di TE per la definizione di strategie che portino alla rigenerazione di tessuti

danneggiati da traumi o patologie. Saranno anche considerati i metodi più avanzati di fabbricazione di costrutti funzionali e di selezione e modifica di polimeri. Inoltre, saranno discusse strategie per la combinazione di cellule, molecole biologiche, stimoli meccanici, e scaffold per meglio ingegnerizzare scaffold per la rigenerazione di tessuti e organi in vitro e in vivo.

Inglese C1

Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello C1 del Consiglio d'Europa.

In aggiunta ai corsi obbligatori, gli studenti del percorso “Biotechnological Track” acquisiscono almeno 36 crediti tra i corsi a scelta vincolata elencati nella tabella seguente:

Molecular Physics	
Modulo A	<i>Quantum Mechanics:</i> L'obiettivo formativo principale di questo modulo è introdurre lo studente ai principali aspetti fenomenologici e teorici della Meccanica Quantistica. Nella prima parte vengono discussi alcuni aspetti salienti della fenomenologia fisica che emergono alle scale di tempo e di lunghezza tipiche dei sistemi molecolari, con particolare riferimento al comportamento quantistico e della radiazione e della materia. Successivamente vengono trattati a livello introduttivo l'apparato matematico e teorico della meccanica quantistica, fino alla soluzione esatta dell'equazione di Schroedinger per alcuni sistemi semplici e per l'atomo di idrogeno (relativamente al solo stato fondamentale).
Modulo B	<i>Quantum Chemistry:</i> In questo modulo vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi molecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci computazionali alla dinamica molecolare. La parte finale del modulo è dedicata alla derivazione di importanti concetti di chimica a partire dal formalismo della meccanica quantistica. In particolare, si discute in maniera quantitativa la derivazione dell'interazione di Van-der-Waals, del legame ionico e la teoria degli orbitali molecolari.
Bioinformatics	
Modulo A	<i>Algorithms for Bioinformatics:</i> L'obiettivo è fornire le conoscenze sui principali algoritmi usati in bioinformatica e competenze per la loro implementazione. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere gli algoritmi presentati, leggere la letteratura scientifica su un algoritmo analogo e implementarlo.
Modulo B	<i>Bioinformatic Resources:</i> L'obiettivo è fornire una panoramica delle più comuni basi di dati e risorse computazionali utili ad implementare analisi bioinformatiche. Il linguaggio R viene usato come ambiente di programmazione per eseguire esempi ed esercizi di analisi di dati.
Advanced Data Analysis	
Modulo A	<i>Regression and Classification Models:</i> Il corso presenterà estensioni del modello di regressione classico per la previsione di risposte continue e discrete e alternative alla tradizionale inferenza likelihood per la stima dei parametri.
Modulo B	<i>Network-based Data Analysis:</i> L'obiettivo del corso è di insegnare agli studenti ad analizzare dati biologici di tipo high-throughput ed a derivare un'interpretazione funzionale degli stessi. Dopo aver appreso come analizzare vari tipi di dati utilizzando diverse metodologie correnti, ed aver acquisito familiarità con diversi tipi di reti biologiche e le loro proprietà, gli studenti impareranno come integrare le informazioni

	strutturali delle reti con i risultati quantitativi dell'analisi al fine di fornire una caratterizzazione funzionale dei risultati.
Computational Biophysics	
Modulo A	<i>Physical Modeling in Biomolecules</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico. e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.
Modulo B	<i>Computer Simulations of Biomolecules</i> : Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.
Mathematical Modeling and Simulation	
Modulo A	<i>Network Modeling and Simulation</i> : Gli studenti impareranno a conoscere i processi biologici attraverso l'uso di modelli formali, dove gli aspetti principali sono quelli quantitativi e dinamici. Le entità biologiche vengono studiate enfatizzando i comportamenti emergenti che risultano dalle interazioni tra le componenti del sistema biologico. Lo studente apprenderà un insieme di capacità tecniche interdisciplinari con nozioni di biologia, matematica applicata e informatica per studiare tali sistemi.
Modulo B	<i>Mathematical Modeling in Biology</i> : Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti basati su equazioni differenziali ordinarie. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie, e presentato software per simularle e analizzarle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario, le catene alimentari in ecologia.
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	
Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base per comprendere le sfide e le opportunità associate alla creazione di nuove aziende. Per far ciò, sono analizzati gli elementi e il processo di formazione di una start-up, le caratteristiche che ne determinano il successo, nonché le tecniche di valutazione strategica di nuove idee e il rapporto tra innovazione tecnologica e definizione di un modello di business sostenibile.	
Digital Signal Processing	
L'obiettivo del corso è quello di fornire un'introduzione ai concetti e alle tecniche fondamentali nell'elaborazione del segnale digitale. Il corso inizia con una spiegazione dettagliata di segnali e sistemi a tempo discreto e con l'analisi di sistemi invariante tempo lineari discreti. Successivamente, vengono introdotte la trasformata di Fourier a tempo discreto e la trasformata di Fourier discreta, seguite da una panoramica degli algoritmi per il calcolo della trasformata di Fourier discreta. Successivamente, vengono introdotte la trasformata z e le sue proprietà. Infine, viene introdotto il design dei filtri FIR e IIR.	

PERCORSO COMPUTATIONAL TRACK:

Molecular Biology of the Cell	
Modulo A	<i>Molecular Basis of Cell Structure and Function</i> : Il corso ha l'obiettivo di far acquisire le informazioni essenziali circa il piano organizzativo delle cellule eucariote e procariote. In particolare fornire riferimenti di base sulle strutture cellulari, sul metabolismo basale degli acidi nucleici, delle proteine e dei lipidi cellulari. Inoltre utilizzando le conoscenze cellulari e molecolari ottenute durante il corso sarà possibile apprendere alcune applicazioni biotecnologiche sviluppate negli ultimi anni.
Modulo B	<i>Cellular and Molecular Dynamics</i> : Il corso ha l'obiettivo fornire conoscenze sulle dinamiche cellulari, con particolare riferimento ai meccanismi di trasduzione di segnale e di trafficking delle proteine. Il corso fornirà le conoscenze fondamentali sulla struttura e la funzione delle strutture intracellulari presenti nella cellula eucariotica e sulle basi molecolari dei processi fisiologici in cui questi sono coinvolti. Infine, il corso si propone di far acquisire gli strumenti che consentano di comprendere ed interpretare i dati scientifici della letteratura internazionale.
Chemistry and Biochemistry	
Modulo A	<i>Organic and Biological Chemistry</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le nozioni principali sulla base chimica dei processi biologici. Sono trattate le principali classi chimiche e la loro reattività. Vengono quindi prese in esame le macromolecole biologiche e le loro interazioni molecolari nell'ambiente cellulare, la struttura e la dinamica delle proteine in relazione alle possibili funzioni, nonché le principali vie metaboliche. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere i principi alla base della struttura, funzione e interazione dei principali processi organici e biochimici.
Modulo B	<i>Experimental Biochemistry</i> : L'obiettivo principale del corso è di fornire gli strumenti per studiare e comprendere la struttura, funzione e interazione di macromolecole in organismi viventi. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere le più diffuse e recenti tecniche per studiare le macromolecole biologiche e le loro interazioni, pianificare esperimenti volti alla separazione e l'identificazione di complesse miscele di macromolecole, analizzare mediante tecniche computazionali il folding e misfolding proteico, nonché l'interazione con piccole molecole di interesse farmacologico.
Advanced Data Analysis	
Modulo A	<i>Regression and Classification Models</i> : Il corso presenterà estensioni del modello di regressione classico per la previsione di risposte continue e discrete e alternative alla tradizionale inferenza likelihood per la stima dei parametri.
Modulo B	<i>Network-based Data Analysis</i> : L'obiettivo del corso è di insegnare agli studenti ad analizzare dati biologici di tipo high- throughput ed a derivare un'interpretazione funzionale degli stessi. Dopo aver appreso come analizzare vari tipi di dati utilizzando diverse metodologie correnti, ed aver acquisito familiarità con diversi tipi di reti biologiche e le loro proprietà, gli studenti impareranno come integrare le informazioni strutturali delle reti con i risultati quantitativi dell'analisi al fine di fornire una caratterizzazione funzionale dei risultati.
Mathematical Modeling and Simulation	
Modulo A	<i>Network Modeling and Simulation</i> : Gli studenti impareranno a conoscere i processi biologici attraverso l'uso di modelli formali, dove gli aspetti principali sono quelli quantitativi e dinamici. Le entità biologiche vengono studiate enfatizzando i comportamenti emergenti che risultano dalle interazioni tra le componenti del sistema biologico. Lo studente apprenderà un insieme di capacità tecniche

Modulo B	<p>interdisciplinari con nozioni di biologia, matematica applicata e informatica per studiare tali sistemi.</p> <p><i>Mathematical Modeling in Biology:</i> Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti basati su equazioni differenziali ordinarie. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie, e presentato software per simularle e analizzarle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario, le catene alimentari in ecologia.</p>
Inglese C1	
Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello C1 del Consiglio d'Europa.	

In aggiunta ai corsi obbligatori, gli studenti del percorso “Computational Track” acquisiscono almeno 36 crediti tra i corsi a scelta vincolata elencati nella tabella seguente:

Molecular Physics	
Modulo A	<p><i>Quantum Mechanics:</i> L'obiettivo formativo principale di questo modulo è introdurre lo studente ai principali aspetti fenomenologici e teorici della Meccanica Quantistica. Nella prima parte vengono discussi alcuni aspetti salienti della fenomenologia fisica che emergono alle scale di tempo e di lunghezza tipiche dei sistemi molecolari, con particolare riferimento al comportamento quantistico e della radiazione e della materia. Successivamente vengono trattati a livello introduttivo l'apparato matematico e teorico della meccanica quantistica, fino alla soluzione esatta dell'equazione di Schroedinger per alcuni sistemi semplici e per l'atomo di idrogeno (relativamente al solo stato fondamentale).</p>
Modulo B	<p><i>Quantum Chemistry:</i> In questo modulo vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi molecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci computazionali alla dinamica molecolare. La parte finale del modulo è dedicata alla derivazione di importanti concetti di chimica a partire dal formalismo della meccanica quantistica. In particolare, si discute in maniera quantitativa la derivazione dell'interazione di Van-der-Waals, del legame ionico e la teoria degli orbitali molecolari.</p>
Bioinformatics	
Modulo A	<p><i>Algorithms for Bioinformatics:</i> L'obiettivo è fornire le conoscenze sui principali algoritmi usati in bioinformatica e competenze per la loro implementazione. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere gli algoritmi presentati, leggere la letteratura scientifica su un algoritmo analogo e implementarlo.</p>
Modulo B	<p><i>Bioinformatic Resources:</i> L'obiettivo è fornire una panoramica delle più comuni basi di dati e risorse computazionali utili ad implementare analisi bioinformatiche. Il linguaggio R viene usato come ambiente di programmazione per eseguire esempi ed esercizi di analisi di dati.</p>
Scientific Programming	
Modulo A	<p><i>Programming:</i> L'obiettivo è quello di fornire le basi pratiche della programmazione in ambito scientifico tramite presentazione dei costrutti e esercitazioni in un linguaggio opportuno.</p>

Modulo B	<i>Algorithms and Data Structures</i> : L'obiettivo è di introdurre gli studenti alla risoluzione di problemi in modo computazionale attraverso la presentazione di algoritmi e della loro analisi, concentrandosi su algoritmi e strutture dati per risolvere problemi su stringhe, alberi e grafi con riferimenti alla loro complessità.
Computational Biophysics	
Modulo A	<i>Physical Modeling in Biomolecules</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico. e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.
Modulo B	<i>Computer Simulations of Biomolecules</i> : Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.
Data Mining	
Modulo A	<i>Machine Learning</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire una conoscenza degli aspetti teorici e pratici dell'apprendimento automatico, delle tecniche principali di apprendimento e di ragionamento probabilistico. Al termine del percorso, gli studenti saranno in grado di descrivere le principali tecniche di apprendimento esistenti, le loro caratteristiche e limitazioni; padroneggiare le tecniche di ragionamento probabilistico; modellizzare semplici scenari probabilistici tramite reti Bayesiane; realizzare programmi di apprendimento da esempi che siano adatti alle esigenze dello specifico problema da risolvere.
Modulo B	<i>Laboratory of Biological Data Mining</i> : L'obiettivo è fornire le nozioni teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il mining di dati genomici e trascrittomici e le competenze pratiche per preprocessare e applicare tecniche di mining a dati biologici. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere le tecniche presentate, leggere la letteratura scientifica su tecniche simili, preprocessare e applicare tecniche di mining a specifici tipi di dati, riportare e presentare i risultati.
Stochastic Models	
Modulo A	<i>Statistical models</i> : presenta in modo sistematico alcuni modelli statistici di base (linear models, generalized linear models, generalized linear mixed models) con molteplici applicazioni biologiche. Il corso prevederà esercitazioni in cui si implementeranno tali metodi nell'ambiente di programmazione R.
Modulo B	<i>Stochastic processes</i> : Il corso fornisce elementi di base della teoria e alcune applicazioni dei processi di Markov a tempo discreto e continuo, in particolare su quelli a stati discreti. Le applicazioni includeranno esempi di tipo biologico.
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	
Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base per comprendere le sfide e le opportunità associate alla creazione di nuove aziende. Per far ciò, sono analizzati gli elementi e il processo di formazione di una start-up, le caratteristiche che ne determinano il successo, nonché le tecniche di valutazione strategica di nuove idee e il rapporto tra innovazione tecnologica e definizione di un modello di business sostenibile.	
Digital Signal Processing	
L'obiettivo del corso è quello di fornire un'introduzione ai concetti e alle tecniche fondamentali	



nell'elaborazione del segnale digitale. Il corso inizia con una spiegazione dettagliata di segnali e sistemi a tempo discreto e con l'analisi di sistemi invarianti tempo lineari discreti. Successivamente, vengono introdotte la trasformata di Fourier a tempo discreto e la trasformata di Fourier discreta, seguite da una panoramica degli algoritmi per il calcolo della trasformata di Fourier discreta. Successivamente, vengono introdotte la trasformata z e le sue proprietà. Infine, viene introdotto il design dei filtri FIR e IIR.

PERCORSO PHYSICAL TRACK:

Molecular Biology of the Cell	
Modulo A	<i>Molecular Basis of Cell Structure and Function</i> : Il corso ha l'obiettivo di far acquisire le informazioni essenziali circa il piano organizzativo delle cellule eucariote e procariote. In particolare fornire riferimenti di base sulle strutture cellulari, sul metabolismo basale degli acidi nucleici, delle proteine e dei lipidi cellulari. Inoltre utilizzando le conoscenze cellulari e molecolari ottenute durante il corso sarà possibile apprendere alcune applicazioni biotecnologiche sviluppate negli ultimi anni.
Modulo B	<i>Cellular and Molecular Dynamics</i> : Il corso ha l'obiettivo fornire conoscenze sulle dinamiche cellulari, con particolare riferimento ai meccanismi di trasduzione di segnale e di trafficking delle proteine. Il corso fornirà le conoscenze fondamentali sulla struttura e la funzione delle strutture intracellulari presenti nella cellula eucariotica e sulle basi molecolari dei processi fisiologici in cui questi sono coinvolti. Infine, il corso si propone di far acquisire gli strumenti che consentano di comprendere ed interpretare i dati scientifici della letteratura internazionale.
Computational Biophysics	
Modulo A	<i>Physical Modeling in Biomolecules</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico. e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.
Modulo B	<i>Computer Simulations of Biomolecules</i> : Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.
Organic and Biological Chemistry	
Il corso ha l'obiettivo di fornire le nozioni principali sulla base chimica dei processi biologici. Sono trattate le principali classi chimiche e la loro reattività. Vengono quindi prese in esame le macromolecole biologiche e le loro interazioni molecolari nell'ambiente cellulare, la struttura e la dinamica delle proteine in relazione alle possibili funzioni, nonché le principali vie metaboliche. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere i principi alla base della struttura, funzione e interazione dei principali processi organici e biochimici.	
Algorithms and Data Structures	
L'obiettivo è di introdurre gli studenti alla risoluzione di problemi in modo computazionale attraverso la presentazione di algoritmi e della loro analisi, concentrandosi su algoritmi e strutture dati per risolvere problemi su stringhe, alberi e grafi con riferimenti alla loro complessità.	
Genetic and Metabolic Engineering	
Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sulle tecnologie di manipolazione del DNA e l'utilizzo di vari sistemi microbici o cellulari per l'espressione controllata di geni eterologhi. Il corso fornisce inoltre conoscenze sul metabolismo cellulare e la sua regolazione, nonché sulle tecnologie che consentono di perturbare e dirigere i flussi metabolici per la produzione di molecole di interesse biotecnologico.	
Machine Learning	
Il corso ha l'obiettivo di fornire una conoscenza degli aspetti teorici e pratici dell'apprendimento automatico, delle tecniche principali di apprendimento e di ragionamento probabilistico. Al termine del	

percorso, gli studenti saranno in grado di descrivere le principali tecniche di apprendimento esistenti, le loro caratteristiche e limitazioni; padroneggiare le tecniche di ragionamento probabilistico; modellizzare semplici scenari probabilistici tramite reti Bayesiane; realizzare programmi di apprendimento da esempi che siano adatti alle esigenze dello specifico problema da risolvere.

Inglese C1

Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello C1 del Consiglio d'Europa.

In aggiunta ai corsi obbligatori, gli studenti del percorso “Physical Track” acquisiscono almeno 36 crediti tra i corsi a scelta vincolata elencati nella tabella seguente:

Advanced Data Analysis	
Modulo A	<i>Regression and Classification Models:</i> Il corso presenterà estensioni del modello di regressione classico per la previsione di risposte continue e discrete e alternative alla tradizionale inferenza likelihood per la stima dei parametri.
Modulo B	<i>Network-based Data Analysis:</i> L'obiettivo del corso è di insegnare agli studenti ad analizzare dati biologici di tipo high- throughput ed a derivare un'interpretazione funzionale degli stessi. Dopo aver appreso come analizzare vari tipi di dati utilizzando diverse metodologie correnti, ed aver acquisito familiarità con diversi tipi di reti biologiche e le loro proprietà, gli studenti impareranno come integrare le informazioni strutturali delle reti con i risultati quantitativi dell'analisi al fine di fornire una caratterizzazione funzionale dei risultati.
Bioinformatics	
Modulo A	<i>Algorithms for Bioinformatics:</i> L'obiettivo è fornire le conoscenze sui principali algoritmi usati in bioinformatica e competenze per la loro implementazione. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere gli algoritmi presentati, leggere la letteratura scientifica su un algoritmo analogo e implementarlo.
Modulo B	<i>Bioinformatic Resources:</i> L'obiettivo del modulo è fornire una panoramica delle più comuni basi di dati e risorse computazionali utili ad implementare analisi bioinformatiche. Il linguaggio R viene usato come ambiente di programmazione per eseguire esempi ed esercizi di analisi di dati.
Theoretical Methods for Soft Matter	
Modulo A	<i>Statistical Field Theory:</i> In questo corso gli studenti apprendono strumenti avanzati di fisica statistica che sono necessari per lo studio delle proprietà dinamiche e di equilibrio dei sistemi complessi, quali sono i sistemi macromolecolari di interesse biologico. Nel corso si discute il formalismo di proiezione che porta alla derivazione dell'equazione di Langevin partendo dal formalismo Hamiltoniano, il formalismo degli integrali di cammino e la derivazione delle regole di Feynman, la fisica statistica dei processi reattivi (transition path theory) e la riduzione della dinamica stocastica a livello di discreto (Markov State Models). Infine, nell'ultima parte del corso viene presentata la teoria dei polimeri nel formalismo dei campi statistici.
Modulo B	<i>Multi-scale Methods in Soft Matter Physics:</i> Lo scopo del corso è di fornire agli studenti gli strumenti necessari allo studio computazionale della materia soffice. L'argomento verrà introdotto a partire da una definizione di materia soffice intuitiva, quindi via via più formale e quantitativa. I metodi teorici impiegati verranno ripassati o spiegati ex novo, a coprire elementi selezionati di termodinamica, meccanica statistica e simulazione. Una frazione considerevole del corso verrà dedicata ai modelli e metodi coarse-grained, ossia la riduzione sistematica di complessità di strutture e interazioni

	a partire da un modello a risoluzione maggiore. Verranno discussi anche metodi di enhanced sampling e calcolo di energie libere. Infine si presenteranno alcuni degli approcci di modellizzazione e simulazione attualmente di frontiera nello studio computazionale della materia soffice.
Mathematical Modeling and Simulation	
Modulo A	<i>Network Modeling and Simulation</i> : Gli studenti impareranno a conoscere i processi biologici attraverso l'uso di modelli formali, dove gli aspetti principali sono quelli quantitativi e dinamici. Le entità biologiche vengono studiate enfatizzando i comportamenti emergenti che risultano dalle interazioni tra le componenti del sistema biologico. Lo studente apprenderà un insieme di capacità tecniche interdisciplinari con nozioni di biologia, matematica applicata e informatica per studiare tali sistemi.
Modulo B	<i>Mathematical Modeling in Biology</i> : Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti basati su equazioni differenziali ordinarie. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di equazioni differenziali ordinarie, e presentato software per simularle e analizzarle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario, le catene alimentari in ecologia.
Programming	
L'obiettivo è quello di fornire le basi pratiche della programmazione in ambito scientifico tramite presentazione dei costrutti e esercitazioni in un linguaggio opportuno.	
Laboratory of Biological Data Mining	
L'obiettivo è fornire le nozioni teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il mining di dati genomici e trascrittomici e le competenze pratiche per preprocessare e applicare tecniche di mining a dati biologici. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere le tecniche presentate, leggere la letteratura scientifica su tecniche simili, preprocessare e applicare tecniche di mining a specifici tipi di dati, riportare e presentare i risultati.	
Quantum Chemistry	
In questo modulo vengono discussi i principali metodi di approssimazione, comunemente utilizzati nella descrizione teorica dei sistemi molecolari. Queste competenze permettono agli studenti di comprendere il significato fisico e le potenziali limitazioni di approcci computazionali alla dinamica molecolare. La parte finale del modulo è dedicata alla derivazione di importanti concetti di chimica a partire dal formalismo della meccanica quantistica. In particolare, si discute in maniera quantitativa la derivazione dell'interazione di Van-der-Waals, del legame ionico e la teoria degli orbitali molecolari.	
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	
Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base per comprendere le sfide e le opportunità associate alla creazione di nuove aziende. Per far ciò, sono analizzati gli elementi e il processo di formazione di una start-up, le caratteristiche che ne determinano il successo, nonché le tecniche di valutazione strategica di nuove idee e il rapporto tra innovazione tecnologica e definizione di un modello di business sostenibile.	
Digital Signal Processing	
L'obiettivo del corso è quello di fornire un'introduzione ai concetti e alle tecniche fondamentali nell'elaborazione del segnale digitale. Il corso inizia con una spiegazione dettagliata di segnali e sistemi a tempo discreto e con l'analisi di sistemi invariati tempo lineari discreti. Successivamente, vengono introdotte la trasformata di Fourier a tempo discreto e la trasformata di Fourier discreta, seguite da una panoramica degli algoritmi per il calcolo della trasformata di Fourier discreta.	



Successivamente, vengono introdotte la trasformata z e le sue proprietà. Infine, viene introdotto il design dei filtri FIR e IIR.

PERCORSO BIOCOMPUTATIONAL TRACK:

Data Mining	
Modulo A	<i>Machine Learning</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire una conoscenza degli aspetti teorici e pratici dell'apprendimento automatico, delle tecniche principali di apprendimento e di ragionamento probabilistico. Al termine del percorso, gli studenti saranno in grado di descrivere le principali tecniche di apprendimento esistenti, le loro caratteristiche e limitazioni; padroneggiare le tecniche di ragionamento probabilistico; modellizzare semplici scenari probabilistici tramite reti Bayesiane; realizzare programmi di apprendimento da esempi che siano adatti alle esigenze dello specifico problema da risolvere.
Modulo B	<i>Laboratory of Biological Data Mining</i> : L'obiettivo è fornire le nozioni teoriche sulle tecniche specifiche sviluppate per il mining di dati genomici e trascrittomici e le competenze pratiche per preprocessare e applicare tecniche di mining a dati biologici. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere le tecniche presentate, leggere la letteratura scientifica su tecniche simili, preprocessare e applicare tecniche di mining a specifici tipi di dati, riportare e presentare i risultati.
Genomics	
Modulo A	<i>Computational Microbial Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze di genomica microbica con particolare focus sull'analisi di microorganismi e di comunità microbiche da dati di sequenziamento generati con tecniche e piattaforme ad alta processività. Il corso prevede una parte di introduzione teorica agli argomenti principali di genomica microbica e una parte di esercitazione in cui gli studenti analizzeranno dati sperimentali di ultima generazione.
Modulo B	<i>Computational Human Genomics</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze nelle aree di genomica strutturale, genomica funzionale ed evoluzione. Il corso fornisce elementi di analisi computazionale e quantitativa utilizzando come esempi dati sintetici e reali nel contesto di malattie umane.
Biotechnology Engineering	
Modulo A	<i>Genetic and Metabolic Engineering</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze sulle tecnologie di manipolazione del DNA e l'utilizzo di vari sistemi microbici o cellulari per l'espressione controllata di geni eterologhi. Il corso fornisce inoltre conoscenze sul metabolismo cellulare e la sua regolazione, nonché sulle tecnologie che consentono di perturbare e dirigere i flussi metabolici per la produzione di molecole di interesse biotecnologico.
Modulo B	<i>Tissue Engineering</i> : Il corso ha come obiettivo di introdurre gli studenti a concetti e strategie dell'ingegneria dei tessuti. Gli studenti apprenderanno come utilizzare i concetti di TE per la definizione di strategie che portino alla rigenerazione di tessuti danneggiati da traumi o patologie. Saranno anche considerati i metodi più avanzati di fabbricazione di costrutti funzionali e di selezione e modifica di polimeri. Inoltre, saranno discusse strategie per la combinazione di cellule, molecole biologiche, stimoli meccanici, e scaffold per meglio ingegnerizzare scaffold per la rigenerazione di tessuti e organi in vitro e in vivo.
Quantum Mechanics	
L'obiettivo formativo principale di questo modulo è introdurre lo studente ai principali aspetti fenomenologici e teorici della Meccanica Quantistica. Nella prima parte vengono discussi alcuni aspetti salienti della fenomenologia fisica che emergono alle scale di tempo e di lunghezza tipiche dei sistemi molecolari, con particolare riferimento al comportamento quantistico e della radiazione e della	

materia. Successivamente vengono trattati a livello introduttivo l'apparato matematico e teorico della meccanica quantistica, fino alla soluzione esatta dell'equazione di Schroedinger per alcuni sistemi semplici e per l'atomo di idrogeno (relativamente al solo stato fondamentale).

Experimental Biochemistry

L'obiettivo principale del corso è di fornire gli strumenti per studiare e comprendere la struttura, funzione e interazione di macromolecole in organismi viventi. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere le più diffuse e recenti tecniche per studiare le macromolecole biologiche e le loro interazioni, pianificare esperimenti volti alla separazione e l'identificazione di complesse miscele di macromolecole, analizzare mediante tecniche computazionali il folding e misfolding proteico, nonché l'interazione con piccole molecole di interesse farmacologico.

Inglese C1

Accertamento della conoscenza dell'inglese, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati ad un livello almeno pari al livello C1 del Consiglio d'Europa.

In aggiunta ai corsi obbligatori, gli studenti del percorso "Biocomputational Track" acquisiscono almeno 36 crediti tra i corsi a scelta vincolata elencati nella tabella seguente:

Advanced Data Analysis	
Modulo A	<i>Regression and Classification Models:</i> Il corso presenterà estensioni del modello di regressione classico per la previsione di risposte continue e discrete e alternative alla tradizionale inferenza likelihood per la stima dei parametri.
Modulo B	<i>Network-based Data Analysis:</i> L'obiettivo del corso è di insegnare agli studenti ad analizzare dati biologici di tipo high- throughput ed a derivare un'interpretazione funzionale degli stessi. Dopo aver appreso come analizzare vari tipi di dati utilizzando diverse metodologie correnti, ed aver acquisito familiarità con diversi tipi di reti biologiche e le loro proprietà, gli studenti impareranno come integrare le informazioni strutturali delle reti con i risultati quantitativi dell'analisi al fine di fornire una caratterizzazione funzionale dei risultati.
Bioinformatics	
Modulo A	<i>Algorithms for Bioinformatics:</i> L'obiettivo è fornire le conoscenze sui principali algoritmi usati in bioinformatica e competenze per la loro implementazione. Al termine del modulo gli studenti saranno in grado di ricordare e discutere gli algoritmi presentati, leggere la letteratura scientifica su un algoritmo analogo e implementarlo.
Modulo B	<i>Bioinformatic Resources:</i> L'obiettivo del modulo è fornire una panoramica delle più comuni basi di dati e risorse computazionali per implementare analisi bioinformatiche. Il linguaggio R viene usato come ambiente di programmazione per eseguire esempi ed esercizi di analisi di dati.
Mathematical Modeling and Simulation	
Modulo A	<i>Network Modeling and Simulation:</i> Gli studenti impareranno a conoscere i processi biologici attraverso l'uso di modelli formali, dove gli aspetti principali sono quelli quantitativi e dinamici. Le entità biologiche vengono studiate enfatizzando i comportamenti emergenti che risultano dalle interazioni tra le componenti del sistema biologico. Lo studente apprenderà un insieme di capacità tecniche interdisciplinari con nozioni di biologia, matematica applicata e informatica per studiare tali sistemi.
Modulo B	<i>Mathematical Modeling in Biology:</i> Il corso ha lo scopo di introdurre gli studenti all'uso di modelli dinamici in biologia, concentrandosi sui modelli a compartimenti basati su equazioni differenziali ordinarie. Verranno fornite le nozioni di base sui sistemi di

	equazioni differenziali ordinarie, e presentato software per simularle e analizzarle al computer. Gli aspetti teorici verranno discussi insieme alle applicazioni a sistemi biologici di interesse, come le reazioni enzimatiche, le reti molecolari, i neuroni ed altri sistemi eccitabili, le interazioni virus-sistema immunitario, le catene alimentari in ecologia.
Computational Biophysics	
Modulo A	<i>Physical Modeling in Biomolecules</i> : Il corso ha l'obiettivo di fornire le competenze di base in meccanica statistica classica di sistemi in equilibrio termodinamico. e introdurre alcune nozioni di meccanica statistica di non-equilibrio ed elementi base di fisica-chimica. Gli studenti saranno in grado di comprendere la connessione tra meccanica e termodinamica di sistemi a molte particelle e di verificare se i risultati di simulazioni numeriche sono consistenti con le condizioni teoriche attese.
Modulo B	<i>Computer Simulations of Biomolecules</i> : Il corso fornisce gli strumenti teorici e pratici necessari per effettuare simulazioni atomistiche di dinamica molecolare e calcoli di quantità termodinamiche. Vengono illustrati i principali algoritmi per l'integrazione dell'equazione del moto e per il calcolo di quantità termodinamiche. Nella seconda parte del corso, gli studenti applicheranno queste competenze a simulazioni molecolari atomistiche effettuate tramite software professionale open source.
Stochastic Models	
Modulo A	<i>Statistical models</i> : presenta in modo sistematico alcuni modelli statistici di base (linear models, generalized linear models, generalized linear mixed models) con molteplici applicazioni biologiche. Il corso prevederà esercitazioni in cui si implementeranno tali metodi nell'ambiente di programmazione R.
Modulo B	<i>Stochastic processes</i> : Il corso fornisce elementi di base della teoria e alcune applicazioni dei processi di Markov a tempo discreto e continuo, in particolare su quelli a stati discreti. Le applicazioni includeranno esempi di tipo biologico.
Knowledge Graph Engineering	
Questo corso affronta una delle cinque tematiche (le 5 V) che sono centrali nei "big data", ossia "variety". E' un corso che crea le competenze di "Data Scientist". Il corso mira a fornire allo studente gli strumenti, metodologie e tecnologie, necessarie per affrontare con successo e minimo sforzo il problema del modeling e della integrazione di dati che sono contenuti in data base eterogenei o nel Web.	
Digital Signal Processing	
L'obiettivo del corso è quello di fornire un'introduzione ai concetti e alle tecniche fondamentali nell'elaborazione del segnale digitale. Il corso inizia con una spiegazione dettagliata di segnali e sistemi a tempo discreto e con l'analisi di sistemi invarianti tempo lineari discreti. Successivamente, vengono introdotte la trasformata di Fourier a tempo discreto e la trasformata di Fourier discreta, seguite da una panoramica degli algoritmi per il calcolo della trasformata di Fourier discreta. Successivamente, vengono introdotte la trasformata z e le sue proprietà. Infine, viene introdotto il design dei filtri FIR e IIR.	
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	
Il corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base per comprendere le sfide e le opportunità associate alla creazione di nuove aziende. Per far ciò, sono analizzati gli elementi e il processo di formazione di una start-up, le caratteristiche che ne determinano il successo, nonché le tecniche di valutazione strategica di nuove idee e il rapporto tra innovazione tecnologica e definizione di un modello di business sostenibile.	



La lista degli esami si completa con almeno 12 crediti a scelta libera fra tutti i corsi attivi presso il Centro di Biologia Integrata, il Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione, il Dipartimento di Fisica e il Dipartimento di Matematica. Possono anche essere scelti corsi dei percorsi "Biotechnological Track", "Computational Track", "Physical Track" e "Biocomputational Track" non inseriti nel proprio piano di studi o corsi attivi presso altri Dipartimenti o Centri, mediante approvazione del piano degli studi. Non possono essere scelti esami offerti da lauree triennali come esami a libera scelta.

Questa tabella sostituisce la tabella allegata al Regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale emanato con DR 620 di data 4 settembre 2020 e si applica dalla coorte 2022/2023

Tabella 2 Articolazione del “Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale - PERCORSO BIOTECHNOLOGICAL TRACK” per la coorte a.a. 2022/2023 e successivi.

I ANNO DI CORSO

Insegnamenti obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Biostatistics				
Linear Algebra for Statistics	6	MAT/06	Affine	----
Probability and Computing for Statistics	6	MAT/06	Affine	----
Scientific Programming				
Programming	6	INF/01	Affine	----
Algorithms and Data Structures	6	INF/01	Affine	----
Genomics				
Computational Microbial Genomics	6	BIO/19	Caratterizzante	----
Computational Human Genomics	6	BIO/11	Caratterizzante	----
Biotechnology Engineering				
Genetic and Metabolic Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Tissue Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Inglese	3	L-LIN/12	Ulteriori attività formative	

I E II ANNO DI CORSO

36 crediti a scelta tra:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Molecular Physics				
Quantum Mechanics	6	FIS/01	Caratterizzante	----
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Bioinformatics				
Algorithms for Bioinformatics	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Bioinformatic Resources	6	INF/01	Caratterizzante	----
Advanced Data Analysis				
Regression and Classification Models	6	MAT/06	Caratterizzante	----
Network-based Data Analysis	6	INF/01	Caratterizzante	----
Computational Biophysics				
Physical Modelling in Biomolecules	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Computer Simulations of Biomolecules	6	FIS/03	Caratterizzante	----
Data Mining				
Machine Learning	6	INF/01	Caratterizzante	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling and Simulation				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Caratterizzante	----
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma				
Digital Signal Processing	6	MAT/05	Caratterizzante	----

II ANNO DI CORSO

Corsi a libera scelta	12	----	Altre attività	----
Tirocinio	6	----	Altre attività	----
Prova Finale	15	----	Altre attività	----

Articolazione del “Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale - PERCORSO COMPUTATIONAL TRACK” per la coorte a.a. 2022/2023 e successivi.

I ANNO DI CORSO

Insegnamenti obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Molecular Biology of the Cell				
Molecular Basis of Cell Structure and Function	6	BIO/10	Caratterizzante	----
Cellular and Molecular Dynamics	6	BIO/09	Caratterizzante	----
Chemistry and Biochemistry				
Organic and Biological Chemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	----
Experimental Biochemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	----
Advanced Data Analysis				
Regression and Classification Models	6	MAT/06	Affine	----
Network-based Data Analysis	6	INF/01	Affine	----
Inglese	3	L-LIN/12	Ulteriori attività formative	

II ANNO DI CORSO

Insegnamenti obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Mathematical Modeling and Simulation				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Affine	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Affine	----

I E II ANNO DI CORSO

36 crediti a scelta tra:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Molecular Physics				
Quantum Mechanics	6	FIS/01	Caratterizzante	----
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Bioinformatics				
Algorithms for Bioinformatics	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Bioinformatic Resources	6	INF/01	Caratterizzante	----
Scientific Programming				
Programming	6	INF/01	Caratterizzante	----
Algorithms and Data Structures	6	INF/01	Caratterizzante	----
Computational Biophysics				
Physical Modelling in Biomolecules	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Computer Simulations of Biomolecules	6	FIS/03	Caratterizzante	----
Data Mining				
Machine Learning	6	INF/01	Caratterizzante	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Stochastic Models				
Statistical Models	6	MAT/06	Caratterizzante	----
Stochastic Processes	6	MAT/06	Caratterizzante	----
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	6	SECS-P/07	Caratterizzante	----
Digital Signal Processing	6	MAT/05	Caratterizzante	----

II ANNO DI CORSO

Corsi a libera scelta	12	----	Altre attività	----
Tirocinio	6	----	Altre attività	----
Prova Finale	15	----	Altre attività	----

Articolazione del “Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale - PERCORSO PHYSICAL TRACK” per la coorte a.a. 2022/2023 e successivi.
I ANNO DI CORSO
Insegnamenti obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Molecular Biology of the Cell				
Molecular Basis of Cell Structure and Function	6	BIO/10	Caratterizzante	----
Cellular and Molecular Dynamics	6	BIO/09	Caratterizzante	----
Organic and Biological Chemistry	6	CHIM/06	Caratterizzante	
Genetic and Metabolic Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Algorithms and Data Structures	6	INF/01	Affine	
Inglese	3	L-LIN/12	Ulteriori attività formative	

II ANNO DI CORSO
Insegnamenti obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Computational Biophysics				
Physical Modelling in Biomolecules	6	FIS/02	Affine	----
Computer Simulations of Biomolecules	6	FIS/03	Affine	----
Machine Learning	6	INF/01	Affine	

I E II ANNO DI CORSO
36 crediti a scelta tra:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Bioinformatics				
Algorithms for Bioinformatics	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Bioinformatic Resources	6	INF/01	Caratterizzante	----
Advanced Data Analysis				
Regression and Classification Models	6	MAT/06	Caratterizzante	----
Network-based Data Analysis	6	INF/01	Caratterizzante	----
Theoretical Methods for Soft Matter				
Statistical Field Theory	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Multi-Scale Methods in Soft Matter Physics	6	FIS/03	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling and Simulation				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Caratterizzante	----
Programming	6	INF/01	Caratterizzante	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Caratterizzante	
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Caratterizzante	
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	6	SECS-P/07	Caratterizzante	----
Digital Signal Processing	6	MAT/05	Caratterizzante	----

II ANNO DI CORSO

Corsi a libera scelta	12	----	Altre attività	----
Tirocinio	6	----	Altre attività	----
Prova Finale	15	----	Altre attività	----

Articolazione del “Corso di laurea magistrale in Biologia Quantitativa e Computazionale - PERCORSO BIOCUMPUTATIONAL TRACK” per la coorte a.a. 2022/2023 e successivi.
I ANNO DI CORSO
Insegnamenti obbligatori

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Genomics				
Computational Microbial Genomics	6	BIO/19	Caratterizzante	----
Computational Human Genomics	6	BIO/11	Caratterizzante	----
Biotechnology Engineering				
Genetic and Metabolic Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Tissue Engineering	6	ING-IND/34	Caratterizzante	----
Data Mining				
Machine Learning	6	INF/01	Affine	----
Laboratory of Biological Data Mining	6	ING-INF/05	Affine	----
Quantum mechanics	6	FIS/01	Affine	
Experimental Biochemistry	6	CHIM/06	Affine	
Inglese	3	L-LIN/12	Ulteriori attività formative	

I E II ANNO DI CORSO
36 crediti a scelta tra:

Nome insegnamento	CFU	SSD	Tipo attività formativa	Propedeuticità
Bioinformatics				
Algorithms for Bioinformatics	6	ING-INF/05	Caratterizzante	----
Bioinformatic Resources	6	INF/01	Caratterizzante	----
Advanced Data Analysis				
Regression and Classification Models	6	MAT/06	Caratterizzante	----
Network-based Data Analysis	6	INF/01	Caratterizzante	----
Computational Biophysics				
Physical Modelling in Biomolecules	6	FIS/02	Caratterizzante	----
Computer Simulations of Biomolecules	6	FIS/03	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling and Simulation				
Network Modeling and Simulation	6	INF/01	Caratterizzante	----
Mathematical Modeling in Biology	6	MAT/05	Caratterizzante	----
Stochastic Models				
Statistical Models	6	MAT/06	Caratterizzante	
Stochastic Processes	6	MAT/06	Caratterizzante	
Knowledge Graph Engineering	6	ING-INF/05	Caratterizzante	
Quantum Chemistry	6	FIS/02	Caratterizzante	
Foundations of Entrepreneurship in Biotech and Pharma	6	SECS-P/07	Caratterizzante	----
Digital Signal Processing	6	MAT/05	Caratterizzante	----

II ANNO DI CORSO

Corsi a libera scelta	12	----	Altre attività	----
Tirocinio	6	----	Altre attività	----
Prova Finale	15	----	Altre attività	----