



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Bioinformatics - Bioinformatica (2024)

## Il corso

Codice corso: 30422

Classe di laurea: L-2

Durata: 3 anni

Lingua: ENG

Modalità di erogazione:

Dipartimento: MEDICINA MOLECOLARE

## Presentazione

? Caratteristiche del corso: La Bioinformatica è una disciplina ormai ampiamente affermata e con competenze universalmente riconosciute e richieste sul mercato nazionale ed internazionale sia pubblico che privato. Storicamente sviluppatasi a partire dai sequenziamenti dei genomi degli organismi modello e soprattutto del genoma umano negli anni '90, la Bioinformatica si è ormai strutturalmente inserita nella ricerca di base in genetica, biochimica e biologia molecolare e in quella più applicativa in campo biomedico, al punto da richiedere una stretta collaborazione peer-to-peer fra il biologo/medico e l'esperto di analisi dei dati (bioinformatico). Essa si occupa, principalmente di: - Fornire modelli matematico-statistici utili all'analisi ed interpretazione dei dati sperimentali biomolecolari. L'aspetto più rilevante è l'esigenza di integrazione di grandissime quantità di dati (big data) provenienti da fonti estremamente eterogenee (tecnologie "omiche") per individuare gli elementi "chiave" alla base di uno specifico processo biologico di interesse per il medico/biologo; - Sviluppare modelli e metodi computazionali per l'analisi di sequenze biologiche e dati di espressione genica (genoma, trascrittoma, proteoma, profili epigenetici, modificazioni post-trascrizionali e post-traduzionali, localizzazione genomica di proteine, polimorfismi genetici, RNA/DNA editing, ecc.) al fine di individuare specificità/analogie filogenetiche e mutazioni rilevanti, per esempio, per la diagnosi e la terapia medica personalizzata (tumori, vaccini, malattie genetiche); - Organizzare archivi integrati dotati di piattaforme di analisi per una migliore fruizione e presentazione dei dati biomolecolari; - Analizzare e prevedere gli aspetti strutturali e funzionali delle macromolecole e le loro interazioni con ligandi e farmaci, anche con tecniche di Machine Learning e Intelligenza Artificiale; In questo contesto, appare di grande rilevanza strategica una "nuova alleanza" fra la bioingegneria informatica (bioinformatica), biologia, chimica e medicina per rispondere alla sfide che il travolgente sviluppo delle tecnologie biomolecolari presentano. ? Obiettivi formativi con riferimento alle figure professionali che verranno formate; Obiettivo del corso è la formazione iniziale di Bioinformatici in grado sin dall'acquisizione della laurea di operare professionalmente nei vari campi applicativi ma anche di accedere con solide basi di background a lauree magistrali e programmi di Master indirizzati verso campi più specialistici della bioinformatica, della statistica biomedica e dell'informatica o verso lauree di stampo biomedico ove possano imparare a mettere a frutto il proprio knowhow in determinati settori di ricerca. ? modalità di ammissione: A numero programmato locale tramite test selettivo (English Tolc-F) ? attività formative: Il corso è articolato in tre anni. Il primo anno prevede insegnamenti di base per 60 CFU (matematica, fisica, chimica, biologia cellulare, statistica e informatica); il secondo prevede corsi di biologia molecolare, biochimica, genetica, microbiologia, immunologia e bioinformatica per 60 CFU; il terzo bioetica, bioinformatica, genomica ed una serie di esami specialistici su base opzionale per 42 CFU cui si sommano 18 CFU dedicati ad un tirocinio professionalizzante collegato alla tesi finale, a conoscenze linguistiche ed altre conoscenze propedeutiche al mondo del lavoro. ? indicazione di opportunità di esperienze internazionali: Per quanto riguarda le esperienze internazionali il corso ha accordi Erasmus con: l'università S. Jorge di Saragozza, L'università di Santiago di Compostela, l'università di Leuven e l'università Cattolica di Lille che offrono corsi Bcs con particolare attenzione alla Bioinformatica. Diversi studenti hanno partecipato negli ultimi tre anni al programma Erasmus. Abbiamo poi in programma l'organizzazione di una summer school di Bioinformatica

congiunta con il Dipartimento di Scienze Biochimiche della Sapienza e l'Università di Dallas (USA), attuata a Giugno 2023, e prevista per Giugno 2024. ? sbocchi successivi, occupazionali e professionali e - a seconda della tipologia di CdS – accesso a Laurea Magistrale, Scuole di Specializzazione, Dottorato di Ricerca, Master: Esiste già una richiesta attiva di nostri laureati come tecnici bioinformatici da parte di enti di ricerca, ospedali e università. Ciononostante, la grande maggioranza di loro prosegue la formazione in programmi di lauree magistrali o Master di bioinformatica (i.e. Master in computational biology Università di Trento; magistrale di Bioinformatica di Roma, Tor vergata, Master in Biomedical Omics Università di Milano) o di Biologia, Biotecnologie (i.e. magistrale in Genetics and Molecular Biology, Sapienza; magistrale in Biochemistry, Sapienza).

# Percorso formativo

|                                     |          |     |        |
|-------------------------------------|----------|-----|--------|
| Curriculum unico                    |          |     |        |
| 1° anno                             |          |     |        |
| Insegnamento                        | Semestre | CFU | Lingua |
| 1049371   PRINCIPLES OF MATHEMATICS | 1°       | 12  | ENG    |

**Obiettivi formativi****Principles of mathematics 1:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The first semester (Principles of Mathematics 1) will be devoted mainly to the study of functions of one variables, including limits, derivative and integrals. Basic optimisation results for functions of one variable will also be considered

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

**Principles of Mathematics 2:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The second semester (Principles of Mathematics 2) will be devoted mainly to the study of functions of several variables, linear algebra, and differential equations. Basic optimization results for functions of several variables will also be considered.

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

|                                                       |                       |                 |                      |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Insegnamento</b><br>PRINCIPLES OF<br>MATHEMATICS 1 | <b>Semestre</b><br>1° | <b>CFU</b><br>6 | <b>Lingua</b><br>ENG |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|

**Obiettivi formativi****Principles of mathematics 1:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The first semester (Principles of Mathematics 1) will be devoted mainly to the study of functions of one variables, including limits, derivative and integrals. Basic optimisation results for functions of one variable will also be considered

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

**Principles of Mathematics 2:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The second semester (Principles of Mathematics 2) will be devoted mainly to the study of functions of several variables, linear algebra, and differential equations. Basic optimization results for functions of several variables will also be considered.

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

| Insegnamento                                    | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| 1049372   ORGANIC<br>AND INORGANIC<br>CHEMISTRY | 1°       | 12  | ENG    |

#### Obiettivi formativi

This course is an introduction to chemistry fundamentals addressed to students with limited chemistry background. The purpose of the course is to provide students with the knowledge of general chemistry principles, and with the tools to solve simple chemistry problems. At the end of the course the students are expected to know how to apply the acquired chemical concepts to different fields, including pharmaceutical chemistry and biochemistry which are the subjects of further courses. The course aims to provide a correct knowledge of the fundamental principles of organic chemistry, proposing the contents into two distinct phases that are closely and logically linked. In the first phase the teaching is addressed to provide basic knowledge about classification and nomenclature of organic compounds, about the symbolism used to represent both structures and reactions, as well as over the chemical-physics, acid-base, nucleophilic-electrophilic properties of the considered compounds. In the second phase the teaching is instead focused on the description of the different reactivity involved by different classes of compounds, rationalizing the study through the analysis of the relevant mechanisms. In the context of the described methodology the objectives to be achieved are: 1) attainment of a suitable degree of specialized knowledge, understood as the ability to invoke theories, rules, nomenclature etc.; 2) capacity to properly interpret and process the reaction schemes and propose alternatives to the encountered syntheses; 3) establish connections between different studied subjects.

|                                         |    |   |     |
|-----------------------------------------|----|---|-----|
| ORGANIC AND<br>INORGANIC<br>CHEMISTRY 1 | 1° | 6 | ENG |
|-----------------------------------------|----|---|-----|

#### Obiettivi formativi

This course is an introduction to chemistry fundamentals addressed to students with limited chemistry background. The purpose of the course is to provide students with the knowledge of general chemistry principles, and with the tools to solve simple chemistry problems. At the end of the course the students are expected to know how to apply the acquired chemical concepts to different fields, including pharmaceutical chemistry and biochemistry which are the subjects of further courses. The course aims to provide a correct knowledge of the fundamental principles of organic chemistry, proposing the contents into two distinct phases that are closely and logically linked. In the first phase the teaching is addressed to provide basic knowledge about classification and nomenclature of organic compounds, about the symbolism used to represent both structures and reactions, as well as over the chemical-physics, acid-base, nucleophilic-electrophilic properties of the considered compounds. In the second phase the teaching is instead focused on the description of the different reactivity involved by different classes of compounds, rationalizing the study through the analysis of the relevant mechanisms. In the context of the described methodology the objectives to be achieved are: 1) attainment of a suitable degree of specialized knowledge, understood as the ability to invoke theories, rules, nomenclature etc.; 2) capacity to properly interpret and process the reaction schemes and propose alternatives to the encountered syntheses; 3) establish connections between different studied subjects.

|                                                  |    |   |     |
|--------------------------------------------------|----|---|-----|
| 1049253   PRINCIPLES<br>OF COMPUTER<br>SCIENCE I | 1° | 6 | ENG |
|--------------------------------------------------|----|---|-----|

#### Obiettivi formativi

The goal of this course is to teach students the basic programming skills needed to deal with bioinformatics data. At the end of the course the students will be able to:

- model problems of medium difficulty and solve them by programming;
- decompose complex programming problems into simpler problems;
- design and implement programs;
- test programs;
- analyze programs in terms of their correctness and efficiency;
- use Python and its libraries.

| Insegnamento                  | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------|----------|-----|--------|
| 1049373   BIOLOGY OF THE CELL | 1°       | 12  | ENG    |

#### Obiettivi formativi

Students acquire the knowledge and thinking skills necessary to understand biological problems in a evolutionary perspective. The course will provide students with understanding of the basic molecular mechanisms that operate in living cells, with a focus on the flow of genetic information.

|                          |    |   |     |
|--------------------------|----|---|-----|
| BIOLOGY OF THE CELL<br>1 | 1° | 6 | ENG |
|--------------------------|----|---|-----|

#### Obiettivi formativi

Students acquire the knowledge and thinking skills necessary to understand biological problems in a evolutionary perspective. The course will provide students with understanding of the basic molecular mechanisms that operate in living cells, with a focus on the flow of genetic information.

|                                  |    |   |     |
|----------------------------------|----|---|-----|
| 10596081   PRINCIPLES OF PHYSICS | 1° | 6 | ENG |
|----------------------------------|----|---|-----|

#### Obiettivi formativi

A - Knowledge and understanding

OF 1) Possess a basic knowledge of physical phenomena that play an important role in biology, medicine and other fields related to bionformatics.

OF 2) Knowledge of the main units and of the laws that describe the physical phenomena that are object of the course.

B - Application skills

OF 3) Being able to place a physical phenomenon in a correct conceptual framework.

OF 4) Being able to use the notions acquired to face and solve simple theoretical and numerical problems.

C - Autonomy of judgment

OF 5) Being able to synthesize the studied phenomenologies in order to be able to formulate pertinent and relevant questions.

D - Communication skills

OF 6) Knowing how to organize a coherent presentation of the phenomena studied.

E - Ability to learn

OF 7) Being able to consult with sufficient authonomy both textbooks and scientific articles

|                                     |    |    |     |
|-------------------------------------|----|----|-----|
| 1049371   PRINCIPLES OF MATHEMATICS | 2° | 12 | ENG |
|-------------------------------------|----|----|-----|



**Obiettivi formativi****Principles of mathematics 1:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The first semester (Principles of Mathematics 1) will be devoted mainly to the study of functions of one variables, including limits, derivative and integrals. Basic optimisation results for functions of one variable will also be considered

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

**Principles of Mathematics 2:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The second semester (Principles of Mathematics 2) will be devoted mainly to the study of functions of several variables, linear algebra, and differential equations. Basic optimization results for functions of several variables will also be considered.

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

|                                                       |                       |                 |                      |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Insegnamento</b><br>PRINCIPLES OF<br>MATHEMATICS 2 | <b>Semestre</b><br>2° | <b>CFU</b><br>6 | <b>Lingua</b><br>ENG |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|

**Obiettivi formativi****Principles of mathematics 1:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The first semester (Principles of Mathematics 1) will be devoted mainly to the study of functions of one variables, including limits, derivative and integrals. Basic optimisation results for functions of one variable will also be considered

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

**Principles of Mathematics 2:**

The aim of this course is to give the student sound mathematical basis in calculus of one or several variables and optimization in a way appropriate for a student of bioinformatics. An emphasis is given to applications and intuitive understanding of the underlying concepts. The second semester (Principles of Mathematics 2) will be devoted mainly to the study of functions of several variables, linear algebra, and differential equations. Basic optimization results for functions of several variables will also be considered.

**Knowledge and understanding**

The aim of the course is to give students a basic

understanding of calculus in a way appropriate to bioinformatics students. Students will also be exposed to mathematics proofs as an example of rigorous scientific reasoning.

**Applying knowledge and understanding**

By the end of the course, students will be able to use basic mathematical tools as applied to different environments. They will also be able to interpret in a critical way

results obtained by applying mathematical modelling technique.

**Making judgements**

Lectures and practical exercises will provide students with the basic ability in

assessing the main strengths and weaknesses of mathematical models when used to explain empirical evidence.

**Communication**

By the end of the course, students will have basic mathematical skills that will help them to talk in an appropriate way about quantitative models.

**Lifelong learning skills**

Students are expected to develop learning skills necessary to undertake additional and more advanced studies involving mathematics and mathematical modelling in biology.

| Insegnamento                                    | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| 1049372   ORGANIC<br>AND INORGANIC<br>CHEMISTRY | 2°       | 12  | ENG    |

#### Obiettivi formativi

This course is an introduction to chemistry fundamentals addressed to students with limited chemistry background. The purpose of the course is to provide students with the knowledge of general chemistry principles, and with the tools to solve simple chemistry problems. At the end of the course the students are expected to know how to apply the acquired chemical concepts to different fields, including pharmaceutical chemistry and biochemistry which are the subjects of further courses. The course aims to provide a correct knowledge of the fundamental principles of organic chemistry, proposing the contents into two distinct phases that are closely and logically linked. In the first phase the teaching is addressed to provide basic knowledge about classification and nomenclature of organic compounds, about the symbolism used to represent both structures and reactions, as well as over the chemical-physics, acid-base, nucleophilic-electrophilic properties of the considered compounds. In the second phase the teaching is instead focused on the description of the different reactivity involved by different classes of compounds, rationalizing the study through the analysis of the relevant mechanisms. In the context of the described methodology the objectives to be achieved are: 1) attainment of a suitable degree of specialized knowledge, understood as the ability to invoke theories, rules, nomenclature etc.; 2) capacity to properly interpret and process the reaction schemes and propose alternatives to the encountered syntheses; 3) establish connections between different studied subjects.

|                                         |    |   |     |
|-----------------------------------------|----|---|-----|
| ORGANIC AND<br>INORGANIC<br>CHEMISTRY 2 | 2° | 6 | ENG |
|-----------------------------------------|----|---|-----|

#### Obiettivi formativi

The course aims to provide a correct knowledge of the fundamental principles of organic chemistry, proposing the contents into two distinct phases that are closely and logically linked. In the first phase the teaching is addressed to provide basic knowledge about classification and nomenclature of organic compounds, about the symbolism used to represent both structures and reactions, as well as over the chemical-physics, acid-base, nucleophilic-electrophilic properties of the considered compounds. In the second phase the teaching is instead focused on the description of the different reactivity involved by different classes of compounds, rationalizing the study through the analysis of the relevant mechanisms. In the context of the described methodology the objectives to be achieved are: 1) attainment of a suitable degree of specialized knowledge, understood as the ability to invoke theories, rules, nomenclature etc.; 2) capacity to properly interpret and process the reaction schemes and propose alternatives to the encountered syntheses; 3) establish connections between different studied subjects.

|                                                          |    |    |     |
|----------------------------------------------------------|----|----|-----|
| 1049376  <br>INTRODUCTION TO<br>BIOMEDICAL<br>STATISTICS | 2° | 12 | ENG |
|----------------------------------------------------------|----|----|-----|

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |     |        |
| <p>Obiettivi formativi</p> <p>Obiettivo formativo dell'insegnamento è l'apprendimento da parte degli studenti dei fondamenti del calcolo delle probabilità e della statistica.</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>Alla fine del corso gli studenti conoscono e comprendono come formalizzare l'incertezza, descrivere quantitativamente le caratteristiche di una popolazione e come fare inferenza su parametri non noti.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Gli studenti apprendono come impostare un problema di probabilità o statistica.</p> <p>Autonomia di giudizio</p> <p>La discussione dei vari metodi fornisce agli studenti le capacità necessarie per analizzare criticamente, ed in autonomia, situazioni reali.</p> <p>Abilità comunicativa</p> <p>Gli studenti acquisiscono gli elementi di base per ragionare, e far ragionare, in termini quantitativi su problemi di incertezza e statistica.</p> <p>Capacità di apprendimento</p> <p>Gli studenti che superano l'esame sono in grado di applicare i metodi appresi in diversi contesti applicativi.</p> |          |     |        |
| INTRODUCTION TO<br>BIOMEDICAL<br>STATISTICS 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |     |        |
| <p>Obiettivi formativi</p> <p>Obiettivo formativo dell'insegnamento è l'apprendimento da parte degli studenti dei fondamenti del calcolo delle probabilità e della statistica.</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione</p> <p>Alla fine del corso gli studenti conoscono e comprendono come formalizzare l'incertezza, descrivere quantitativamente le caratteristiche di una popolazione e come fare inferenza su parametri non noti.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Gli studenti apprendono come impostare un problema di probabilità o statistica.</p> <p>Autonomia di giudizio</p> <p>La discussione dei vari metodi fornisce agli studenti le capacità necessarie per analizzare criticamente, ed in autonomia, situazioni reali.</p> <p>Abilità comunicativa</p> <p>Gli studenti acquisiscono gli elementi di base per ragionare, e far ragionare, in termini quantitativi su problemi di incertezza e statistica.</p> <p>Capacità di apprendimento</p> <p>Gli studenti che superano l'esame sono in grado di applicare i metodi appresi in diversi contesti applicativi.</p> |          |     |        |
| INTRODUCTION TO<br>BIOMEDICAL<br>STATISTICS 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2°       | 6   | ENG    |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Semestre | CFU | Lingua |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |     |        |
| The course has the objective to deepen the practical understanding of the use of probability and statistics in the context of epidemiological/biomedical research.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |     |        |
| In particular the students will learn the differences between the main epidemiological study designs, suitable measures of treatment/exposure effect , the concepts of bias, variability, confounding and causality in epidemiology. They will also learn the concept and application of linear regression and have an introduction to logistic regression. Furthermore they will learn how to manage data and apply statistical methods using the software Stata. |          |     |        |
| 1049373   BIOLOGY OF THE CELL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2°       | 12  | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |     |        |
| Students acquire the knowledge and thinking skills necessary to understand biological problems in a evolutionary perspective. The course will provide students with understanding of the basic molecular mechanisms that operate in living cells, with a focus on the flow of genetic information.                                                                                                                                                                 |          |     |        |
| BIOLOGY OF THE CELL<br>2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |     |        |
| Students acquire the knowledge and thinking skills necessary to understand biological problems in a evolutionary perspective. The course will provide students with understanding of the basic molecular mechanisms that operate in living cells, with a focus on the flow of genetic information.                                                                                                                                                                 |          |     |        |
| <b>2° anno</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |     |        |
| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Semestre | CFU | Lingua |
| 1052115   GENETICS AND COMPUTATIONAL GENOMICS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1°       | 6   | ENG    |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Semestre | CFU | Lingua |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |     |        |
| General skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |     |        |
| The course of Genetics and computational genomics provides students with a basic knowledge of Genetics aimed at understanding the rules of inheritance, their molecular bases, their main applications and their implications for evolution. In addition, the course will allow students to understand how genetic information is encoded at the DNA level and how it contribute to phenotypic variability. Fundamentals concepts in functional genetics and evolution will be reconsidered in light of the sequencing and re-sequencing projects. The student will be also provided of practical and theoretical tools to solve genetic problems and to use databases for storage, management, analysis, and visualization of genetic data. |          |     |        |
| Specific skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |     |        |
| A) Knowledge and understanding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |     |        |
| -Knowledge and understanding of the characteristics of the genetic material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |     |        |
| -Knowledge and understanding of the rules of genetic transmission                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |     |        |
| -Knowledge and understanding of mutations and their implications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |     |        |
| -Basic knowledge on the dynamics of genes in populations as well as on the genetic mechanisms underlying evolution                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |     |        |
| - Knowledge and understanding of informatic methods used for genomic analyses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |     |        |
| B) Applying knowledge and understanding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |     |        |
| - Usage of a proper genetic terminology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |     |        |
| - Identification of the right procedures to solve genetic problems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |     |        |
| - Formulation of hypotheses on the hereditary transmission of characters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |     |        |
| - Constructing and interpreting genetic maps and genealogical trees                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |     |        |
| - Acquisition of conceptual tools for the genetic dissection of biological systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |     |        |
| - Management of genomic browsers and programs for storage, management analysis, and visualization of "big data"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |     |        |
| C) Making judgements                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |     |        |
| - Acquisition of a critical judgment capacity on solving problems of formal genetics, through the study of the evolution of the gene concept from Mendel to the present day and the detailed analysis of some fundamental experiments                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |     |        |
| - Addressing questions for the elaboration and deepening of the gained information                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |     |        |
| D) Communication skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |     |        |
| - Communicating the genetic concepts acquired during the course with appropriate terminology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |     |        |
| E) Learning skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |     |        |
| - Logically connecting the acquired knowledge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |     |        |
| - Identification of the most relevant topics of the issues discussed during the course                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |     |        |
| 1049261   PRINCIPLES<br>OF COMPUTER<br>SCIENCE II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |          |     |        |
| The course aim to introduce the algorithmic approach to solving problems correctly and efficiently. Algorithms are ubiquitous in bioinformatics and are often at the interface of computer science and biology. Well established algorithmic techniques will be studied as well as ways to encode them in a computer programme using python.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |     |        |
| 1049256  <br>MICROBIOLOGY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1°       | 6   | ENG    |

**Obiettivi formativi**

Microorganisms play a key role in the environment, in human health and in biotechnological research. The course of Microbiology aims to provide the basic principles of structure, function and evolution of microbial cells, with particular regard to bacterial cells.

The knowledge and skills acquired during this course will represent a framework for the study of bioinformatics and biotechnological applications of microorganisms, and for the analysis of their impact on human health and the environment.

Students who have passed the exam will know and understand (acquired knowledge)

- The structural and functional diversity which is present in the microbial world;
- The mechanisms responsible for the structure and functioning of bacterial cells;
- The mechanisms responsible for the evolution of bacterial species;
- The structure and life cycles of viruses;
- The methods and strategies for the control of microbial growth.

Students who have passed the exam will be able to (acquired skills):

- Understand and analyse microbiological data;
- Critically analyze the issues related to the evolution and diffusion of multi-resistant antibiotic bacteria;
- Understand and design experimental and bioinformatics approaches for the study and exploitation of bacteria for biotechnological and environmental purposes;
- Identify and develop key themes to build educational paths in microbiology.

1049375 | MOLECULAR  
BIOLOGY

1°

12

ENG

**Obiettivi formativi**

General goals

The course aims to introduce the students to the links between DNA, RNA and protein structure and their relevant biological functions with particular emphasis on the bioinformatic approaches to their analysis.

Specific goals:

1. Knowledge and comprehension: the students will have to know the molecular mechanisms which regulate cellular homeostasis and gene expression and the most utilized methodologies in Molecular Biology.
2. Ability in applying Knowledge and comprehension: the students will have to be able to apply this knowledge in the discussion of specific arguments of recent and general interest with a particular focus on the bioinformatic approaches.
3. Abilities in judging methodologic approaches and communication skill: The students will have to show skills in judging strategies in biological problems solving and to communicate their conclusions to the teacher and to the colleagues. This is also applicable to the practical training sessions.
4. The students will have to show skill in applying what they have learned in molecular biology to specific problems to be solved with a bioinformatic approach.

MOLECULAR BIOLOGY  
1

1°

6

ENG



**Obiettivi formativi**

## General goals

The course aims to introduce the students to the links between DNA, RNA and protein structure and their relevant biological functions with particular emphasis on the bioinformatic approaches to their analysis.

## Specific goals

1. Knowledge and comprehension: the students will have to know the molecular mechanisms which regulate cellular homeostasis and gene expression and the most utilized methodologies in Molecular Biology.
2. Ability in applying Knowledge and comprehension: the students will have to be able to apply this knowledge in the discussion of specific arguments of recent and general interest with a particular focus on the bioinformatic approaches.
3. Abilities in judging methodologic approaches and communication skill: The students will have to show skills in judging strategies in biological problems solving and to communicate their conclusions to the teacher and to the colleagues. This is also applicable to the practical training sessions.
4. The students will have to show skill in applying what they have learned in molecular biology to specific problems to be solved with a bioinformatic approach.

1049377 |  
BIOCHEMISTRY

1°

12

ENG

**Obiettivi formativi**

## KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

The students will acquire the knowledge necessary for the understanding of the structures and functions of the living matter in molecular terms. Structures and functions of proteins, lipids, phospholipids. Structure-function relationship of protein and folding. Fibrous and globular proteins. Antibodies and their applications in analytical biochemistry. Importance of kinetics and thermodynamics in biochemistry. Biological membranes and transport systems. Mechanisms of enzymic reactions, Michaelis-Menten kinetics. The most important metabolic pathways of carbohydrates, lipids, fatty acids and amino acids. Mechanisms of regulation of metabolic pathways, production and conservation of energy. Connections between the metabolic pathways. Some aspects of the forefront research in biochemistry and, in particular, in metabolomic research, will also be illustrated, supported by advanced textbooks and scientific articles.

## APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

The students will gain an insight into the relevance of the knowledge of biochemistry for pharmaceutical chemistry, biotechnology and, in particular, metabolomic research applied to human health. The knowledge acquired during the lectures will be consolidated by exercises regarding the single topics. Also, examples of problems which can be solved only by applying the knowledge on the enzymic mechanisms, metabolic pathways and their connections, will be proposed. The students will be encouraged to tackle the problems and to put forward the ideas on the possible solutions. The importance of the constant updating on the progress in the research will also be highlighted.

## MAKING JUDGEMENTS

The knowledge and the understanding of the single topics will be consolidated through discussions regarding the conceptual and methodological approaches used in the studies on the metabolic reactions and on the connections among the metabolic pathways. The students will be encouraged to apply the acquired knowledge to new problems.

The discussions on the topics regarding the programme, presented in an interdisciplinary framework, together with the acquired knowledge, will help to develop the ability to make autonomous judgements, to gather and interpret relevant data regarding issues in biochemistry. In particular, examples of metabolomic research will be presented and the students will be encouraged to tackle the problems and put forward the ideas on the possible solutions.

## COMMUNICATION

The knowledge of the biochemical bases of biological processes oriented towards applications in medicine and pharmaceutical research and framed in an interdisciplinary context, as well as the correct use of the biochemical terminology, contributes to develop the ability to communicate with specialist and nonspecialist interlocutors.

## LEARNING SKILLS

The knowledge of the fundamentals of biochemistry and the ability to interpret the data, as well as the insight gained into the strategies of biochemical research, will enable the students to develop those skills needed to undertake further studies requiring a higher level of autonomy, such as the Master degree

**Obiettivi formativi****KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING**

The students will acquire the knowledge necessary for the understanding of the structures and functions of the living matter in molecular terms. Structures and functions of proteins, lipids, phospholipids. Structure-function relationship of protein and folding. Fibrous and globular proteins. Antibodies and their applications in analytical biochemistry. Importance of kinetics and thermodynamics in biochemistry. Biological membranes and transport systems. Mechanisms of enzymic reactions, Michaelis-Menten kinetics. The most important metabolic pathways of carbohydrates, lipids, fatty acids and amino acids. Mechanisms of regulation of metabolic pathways, production and conservation of energy. Connections between the metabolic pathways. Some aspects of the forefront research in biochemistry and, in particular, in metabolomic research, will also be illustrated, supported by advanced textbooks and scientific articles.

**APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING**

The students will gain an insight into the relevance of the knowledge of biochemistry for pharmaceutical chemistry, biotechnology and, in particular, metabolomic research applied to human health. The knowledge acquired during the lectures will be consolidated by exercises regarding the single topics. Also, examples of problems which can be solved only by applying the knowledge on the enzymic mechanisms, metabolic pathways and their connections, will be proposed. The students will be encouraged to tackle the problems and to put forward the ideas on the possible solutions. The importance of the constant updating on the progress in the research will also be highlighted.

**MAKING JUDGEMENTS**

The knowledge and the understanding of the single topics will be consolidated through discussions regarding the conceptual and methodological approaches used in the studies on the metabolic reactions and on the connections among the metabolic pathways. The students will be encouraged to apply the acquired knowledge to new problems.

The discussions on the topics regarding the programme, presented in an interdisciplinary framework, together with the acquired knowledge, will help to develop the ability to make autonomous judgements, to gather and interpret relevant data regarding issues in biochemistry. In particular, examples of metabolomic research will be presented and the students will be encouraged to tackle the problems and put forward the ideas on the possible solutions.

**COMMUNICATION**

The knowledge of the biochemical bases of biological processes oriented towards applications in medicine and pharmaceutical research and framed in an interdisciplinary context, as well as the correct use of the biochemical terminology, contributes to develop the ability to communicate with specialist and nonspecialist interlocutors.

**LEARNING SKILLS**

The knowledge of the fundamentals of biochemistry and the ability to interpret the data, as well as the insight gained into the strategies of biochemical research, will enable the students to develop those skills needed to undertake further studies requiring a higher level of autonomy, such as the Master degree

1049260 | IMMUNOLOGY  
AND MOLECULAR  
PATHOLOGIES

2°

6

ENG

**Obiettivi formativi**

## Learning results

This course is aimed at providing an overview of the most important cellular and molecular mechanisms involved in the regulation of the immune response. The factors regulating immune system will be put in relation to the molecular mechanisms governing resistance against pathogens and promoting pathologies related to a defective immune response.

## Specific aims

Student will acquire fundamental knowledge on

- how immune cells function and interplay to participate to immune responses
- how immune system protects us from pathogens and how mechanisms that inhibit immune responses lead to disease state.
- how interpretation of transcriptomic and proteomic data helps to elucidate mechanisms of development of the immune response.

At the end of the course, students will be able to explain how immune system works and to understand and explain data obtained from multiparametric analysis of immune cell function at transcriptional and post-transcriptional levels. The use of bioinformatics tools to clarify the molecular processes underlying pathologies and their use in diagnosis and treatment of diseases will be discussed.

At the end of the course, students will be able to perform bibliographic searches in public scientific data banks (i.e. PubMed) to develop the topics covered in the course. This will be instrumental to identify the most recent methods of bioinformatic analysis used to approach immunology issues. The independent ability of the student to propose solutions to solve immunological questions is and aim of the course.

Communication skills will be verified during the course by stimulating discussion and implemented by suggestions and the critical analysis of the slides presented during the course

1049375 | MOLECULAR  
BIOLOGY

2°

12

ENG

**Obiettivi formativi**

## General goals

The course aims to introduce the students to the links between DNA, RNA and protein structure and their relevant biological functions with particular emphasis on the bioinformatic approaches to their analysis.

## Specific goals:

1. Knowledge and comprehension: the students will have to know the molecular mechanisms which regulate cellular homeostasis and gene expression and the most utilized methodologies in Molecular Biology.
2. Ability in applying Knowledge and comprehension: the students will have to be able to apply this knowledge in the discussion of specific arguments of recent and general interest with a particular focus on the bioinformatic approaches.
3. Abilities in judging methodologic approaches and communication skill: The students will have to show skills in judging strategies in biological problems solving and to communicate their conclusions to the teacher and to the colleagues. This is also applicable to the practical training sessions.
4. The students will have to show skill in applying what they have learned in molecular biology to specific problems to be solved with a bioinformatic approach.

MOLECULAR BIOLOGY  
2

2°

6

ENG

**Obiettivi formativi**

## General goals

The course aims to introduce the students to the links between DNA, RNA and protein structure and their relevant biological functions with particular emphasis on the bioinformatic approaches to their analysis.

## Specific goals:

1. Knowledge and comprehension: the students will have to know the molecular mechanisms which regulate cellular homeostasis and gene expression and the most utilized methodologies in Molecular Biology.
2. Ability in applying Knowledge and comprehension: the students will have to be able to apply this knowledge in the discussion of specific arguments of recent and general interest with a particular focus on the bioinformatic approaches.
3. Abilities in judging methodologic approaches and communication skill: The students will have to show skills in judging strategies in biological problems solving and to communicate their conclusions to the teacher and to the colleagues. This is also applicable to the practical training sessions.
4. The students will have to show skill in applying what they have learned in molecular biology to specific problems to be solved with a bioinformatic approach.

1049377 |  
BIOCHEMISTRY

2°

12

ENG

**Obiettivi formativi**

## KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

The students will acquire the knowledge necessary for the understanding of the structures and functions of the living matter in molecular terms. Structures and functions of proteins, lipids, phospholipids. Structure-function relationship of protein and folding. Fibrous and globular proteins. Antibodies and their applications in analytical biochemistry. Importance of kinetics and thermodynamics in biochemistry. Biological membranes and transport systems. Mechanisms of enzymic reactions, Michaelis-Menten kinetics. The most important metabolic pathways of carbohydrates, lipids, fatty acids and amino acids. Mechanisms of regulation of metabolic pathways, production and conservation of energy. Connections between the metabolic pathways. Some aspects of the forefront research in biochemistry and, in particular, in metabolomic research, will also be illustrated, supported by advanced textbooks and scientific articles.

## APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING

The students will gain an insight into the relevance of the knowledge of biochemistry for pharmaceutical chemistry, biotechnology and, in particular, metabolomic research applied to human health. The knowledge acquired during the lectures will be consolidated by exercises regarding the single topics. Also, examples of problems which can be solved only by applying the knowledge on the enzymic mechanisms, metabolic pathways and their connections, will be proposed. The students will be encouraged to tackle the problems and to put forward the ideas on the possible solutions. The importance of the constant updating on the progress in the research will also be highlighted.

## MAKING JUDGEMENTS

The knowledge and the understanding of the single topics will be consolidated through discussions regarding the conceptual and methodological approaches used in the studies on the metabolic reactions and on the connections among the metabolic pathways. The students will be encouraged to apply the acquired knowledge to new problems.

The discussions on the topics regarding the programme, presented in an interdisciplinary framework, together with the acquired knowledge, will help to develop the ability to make autonomous judgements, to gather and interpret relevant data regarding issues in biochemistry. In particular, examples of metabolomic research will be presented and the students will be encouraged to tackle the problems and put forward the ideas on the possible solutions.

## COMMUNICATION

The knowledge of the biochemical bases of biological processes oriented towards applications in medicine and pharmaceutical research and framed in an interdisciplinary context, as well as the correct use of the biochemical terminology, contributes to develop the ability to communicate with specialist and nonspecialist interlocutors.

## LEARNING SKILLS

The knowledge of the fundamentals of biochemistry and the ability to interpret the data, as well as the insight gained into the strategies of biochemical research, will enable the students to develop those skills needed to undertake further studies requiring a higher level of autonomy, such as the Master degree

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |     |        |
| Educational aims<br>i.e what is the purpose of the course and general statements about the learning that takes place over the duration of the course                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |     |        |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. To give students a good understanding of the major areas of Biochemistry</li> <li>2. To develop students' understanding of the application of biochemical principles to other areas of biology and biomedical sciences</li> <li>3. To develop students' awareness of the role of Biochemistry both as a research discipline and its applications</li> <li>4. Develop the key skills required for independent evaluation of data, critical appraisal of scientific literature.</li> <li>5. Develop confidence in oral presentation skills to specialized audiences, and the ability to write scientific reports.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |     |        |
| Knowledge and understanding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |     |        |
| The course provides a knowledge and understanding of the following:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |     |        |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Key concepts in areas of direct relevance to biochemistry</li> <li>2. Structure and function of proteins</li> <li>3. Key concepts in enzymology, metabolic pathways and their regulation</li> <li>4. Mechanisms of enzymatic reactions, Michaelis-Menten kinetics. The most important metabolic pathways of carbohydrates, lipids, fatty acids and amino acids and connections between the metabolic pathways</li> <li>5. Relevance of the knowledge of enzymic mechanisms, the metabolic pathways for research in metabolomics applied to human health issues and to pharmaceutical chemistry.</li> <li>6. 7. Role of hormones in cellular communications and signal transduction</li> <li>8. Theoretical basis of key biochemical and immunological practical techniques</li> <li>9. Theoretical basis of the determination of protein structure</li> <li>10. Basis of bioinformatics and sequence/structure analysis</li> <li>11. Awareness of major issues currently at the forefront of Biochemistry research</li> </ol> |          |     |        |
| Teaching/learning methods and strategies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |     |        |
| The above mentioned points are achieved through lectures, group work and formative assessments, and are reviewed and reinforced in tutorials.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |     |        |
| Intellectual/Communication skills and Judgements                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |     |        |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interpret and analyze biochemical data with a critical understanding of the appropriate contexts for their use</li> <li>2. Integrate subject knowledge and understanding to explore and solve familiar and unfamiliar problems</li> <li>3. Understand Biochemistry literature</li> <li>4. Produce critical and original pieces of written work on biochemical topics</li> <li>5. Think critically about their own work/research and to input into the formulation of future hypotheses and experiments</li> <li>7. Ability to present Biochemistry to audiences of differing scientific knowledge</li> <li>8. Computer skills, to include molecular viewers, data analysis/presentation, spreadsheets and statistical analysis.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |     |        |
| 1049264  <br>PHARMACEUTICAL<br>CHEMISTRY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2°       | 6   | ENG    |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Semestre | CFU | Lingua |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b><br><br><p>This course provides the students with the theoretical knowledge and technical skills and introduce them to the structure and properties of pharmaceutical agents and metabolites. The course outlines the structure, bonding and chemical reactivity of various important classes of organic molecules, ranging from simpler examples of hydrocarbons or those containing a single functional group, to some of the important biological molecules such as carbohydrates, nucleic acids and proteins. Topics include basic concepts in medicinal chemistry: 1) the drug discovery and development process, 2) review of organic functional groups found in drug molecules, 3) drug-target interactions, 4) physicochemical properties related to drug action such as acid-base properties, equilibrium, and stereochemistry, 5) Effect of chemical structure on the metabolism of drug molecules.</p> <p>By completing Pharmaceutical Chemistry, the student acquires:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recognize and describe zero-, first- and second-order kinetics, perform elementary calculations of rate constants and appreciate the role of enzymes in catalysis.</li> <li>2. Integrate knowledge from foundational sciences to explain how specific drugs or drug classes work and evaluate their potential value in individuals and populations.</li> <li>3. Apply knowledge in foundational sciences to solve therapeutic problems.</li> <li>4. Demonstrate an understanding of the therapeutic potential of a candidate molecule and how chemical properties can affect its potential to become a new drug.</li> </ol> |          |     |        |
| 10592707  <br>BIOINFORMATICS I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2°       | 6   | ENG    |

**Obiettivi formativi**

## Obiettivi insegnamento

## General skills

Bioinformatics is a new multidisciplinary field that includes the development and implementation of computational methods and tools suitable to handle, decipher and interpret the large amount of biomolecular data derived today. It is recognized that bioinformatics is fundamental in the rise of translational research and the success of molecular medicine.

The aim of the course is to enable students to get familiar with several bioinformatics tools, databases and programming languages, be able to implement and competently interpret and present the results of a typical bioinformatics analyses, critically discuss the current limitations and design the next generation of tools. The course will consist of lectures, tutorials, and literature studies focusing on learning how to analyze "omics" sequencing data using a combination of cutting-edge tools and programming languages.

## Specific skills

The students who have passed the exam will be able to know and to understand (acquired knowledge)

- how to analyze transcriptomics data (RNA-seq and Microarray data)
- how to develop a lightweight and reusable RNA-seq pipeline (Mapping and Transcripts reconstruction)
- how mapping the reads from deep sequencing data.
- knowledge of most common file formats for "omics" data
- interpret omics data with functional analysis
- basic knowledge of R programming language
- basic knowledge of Linux command line and shell scripting
- be able to report results in a reproducible way
- understand and choose appropriate bioinformatics tools and databases for their investigation.

## Applying knowledge and understanding

To apply the acquired knowledge to integrate information gathered from different sources (datasets, material obtained during lectures, and scientific literature) with particular focus on NGS-based technologies; to set-up a bioinformatic pipeline to analyze transcriptomics data using open-source software.

## Communication skills

The student will be able to perform oral presentation of scientific data analysis, creating an analysis report and a presentation.

Notions acquired during the course will be evaluated during the exam.

## Learning skills

- Logically connecting the acquired knowledge
- Identification of the most relevant topics of the issues discussed during the course

## Competenze generali

La bioinformatica è un nuovo campo multidisciplinare che include lo sviluppo e l'implementazione di metodi e strumenti computazionali adatti a gestire, decifrare e interpretare la grande quantità di dati biomolecolari che sono disponibili oggi. È riconosciuto che la bioinformatica è fondamentale nell'ascesa dell'importanza della ricerca traslazionale e del successo della medicina molecolare. L'obiettivo del corso è quello di consentire agli studenti di familiarizzare con diversi strumenti bioinformatici, database e linguaggi di programmazione, essere in grado di implementare e interpretare e presentare con competenza i risultati di una tipica analisi bioinformatica, discutere criticamente i limiti attuali e progettare la prossima generazione di strumenti. Il corso consisterà in lezioni, esercitazioni e studi di letteratura incentrati sull'apprendimento di come analizzare i dati di sequenziamento "omici" utilizzando una combinazione di strumenti e linguaggi di programmazione all'avanguardia.

## Competenze specifiche

Gli studenti che avranno superato l'esame saranno in grado di conoscere e comprendere (conoscenze acquisite)

- come analizzare i dati di trascrittomica (dati RNA-seq e Microarray)
- come sviluppare una pipeline RNA-seq leggera e riutilizzabile (ricostruzione di Mapping and Transcripts)
- come mappare le letture dai dati di sequenziamento profondo.
- conoscenza dei formati di file più comuni per i dati "omics" Interpretare i dati omici con l'analisi funzionale
- conoscenza di base del linguaggio di programmazione R
- conoscenza di base all'utilizzo del terminale Linux
- essere in grado di riportare i risultati in modo riproducibile
- comprendere e scegliere strumenti bioinformatici e database appropriati a seconda del problema biologico.

## Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Applicare le conoscenze acquisite per integrare informazioni raccolte da diverse fonti (dataset, materiale ottenuto durante le lezioni frontali e letteratura scientifica) con particolare attenzione alle

### 3° anno

| Insegnamento                   | Semestre | CFU | Lingua |
|--------------------------------|----------|-----|--------|
| 1049266  <br>BIOINFORMATICS II | 1°       | 6   | ENG    |

#### Obiettivi formativi

This course offers an introduction to network medicine, a rapidly emerging field that integrates systems biology and network science. It runs counter to the prevailing scientific reductionist trend that dominates current medical research on disease etiology and treatment. Reductionism relies on single molecules or single genes to provide comprehensive and robust insights into the pathophysiology of complex diseases. Similarly, current drug development methodologies target single molecules that very frequently fail because of the unforeseen and unintended effects that result from the application of this piecemeal approach to pharmacology. In contrast, network medicine emphasizes a more holistic approach through the identification and investigation of networks of interacting molecular and cellular components. When network medicine is integrated into biomedical research, it has the potential to transform investigations of disease etiology, diagnosis, and treatment.

The course will explore the concept of network medicine through: (1) a review of the role, identification, and behavior of networks in biology and disease, (2) the integration of multiple types of -omics data into networks as a paradigm for understanding disease expression and course, and (3) systems pharmacology approaches for the development and evaluation of effective therapies of complex disease.

Moreover, this course will provide hands-on experience in the analysis of two specific types of biological networks—gene co-expression networks and drug-disease networks. During the course, attendees will apply the theory to real data sets. After completing the course, attendees should be able to apply these methods in their own research.

The course goals are:

Understand the role of networks in biology and disease.

Understand networks as a paradigm for disease expression and course.

Understand the challenges of developing effective therapies for complex diseases.

Understand the role of omics data in networks.

Understand network medicine in terms of investigation for disease etiology, diagnosis, and treatment.

|                     |    |   |     |
|---------------------|----|---|-----|
| 1049265   BIOETHICS | 1° | 6 | ENG |
|---------------------|----|---|-----|

#### Obiettivi formativi

The Bioethics course provides the students with tools to understand, discuss, present and address ethical issues relevant to bioinformatics, at the intersection between biological and technological sciences.

In order to respond to the course requirements, the students will also acquire general skills such as doing a bibliographic research on academic databases, speaking and arguing in public by using specialized bioethical concepts and theories, and writing a little paper in an academic format including a bibliography.

|                                                |    |   |     |
|------------------------------------------------|----|---|-----|
| 1049258   MOLECULAR<br>BIOLOGY AND<br>GENOMICS | 1° | 6 | ENG |
|------------------------------------------------|----|---|-----|



| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |     |        |
| <p>General skills</p> <p>The new generation of sequencing technologies has provided unforeseen chances for high-throughput functional genomic studies. These technologies have been applied in a variety of contexts, including whole-genome sequencing, discovery of transcription factor binding sites, mapping out the DNA accessibility and RNA expression profiling. Intriguingly, recent annotation efforts focused on the discovery of novel noncoding RNA genes and regulatory elements that control temporal or spatial gene expression along cell differentiation. The course of Molecular Biology and Genomics is designed to provide students with an introduction to the structure and function of genomes and transcripts in humans and in other model organisms. Topics discussed will include modern genome sequencing technologies, as well the recent in silico and in vivo approaches used for functional genomics and for the functional role of emerging non-coding RNA classes (practical examples taken from recent literature will be used). The course also provides students with basic knowledge for accessing browsers and public databases for the analysis of gene expression data, GO and miRNA target prediction software.</p> <p>By the end of the course, students will be able to apply the acquired knowledge to the study of the basic mechanisms of gene expression, as well as of complex processes such as development, cell division and differentiation, and to exploit them for a practical use in both basic and applied research.</p> <p>Specific skills</p> <p>The students who have passed the exam will be able to know and to understand (acquired knowledge)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the origin and the maintenance of the biological complexity;</li> <li>- the structure and function of the genome in humans and in the main model systems;</li> <li>- the problems and technologies of genome-wide analyses applied to biological processes;</li> <li>- the influence of the modern sequencing technologies for a better description and for the study of transcriptome dynamics in humans and in the main model systems;</li> <li>- the network of interactions between the biological molecules in the mechanisms of regulation of gene expression.</li> </ul> <p>The students who have passed the exam will be able to (acquired expertise):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- interpret the biological phenomena in a multi-scale and multi-factorial context;</li> <li>- interpret the results of genomic studies and to discriminate which techniques to apply according to the different problems to be dealt with in the genomic field;</li> <li>- report works already present in the literature in the form of an oral presentation.</li> </ul> |          |     |        |
| AAF1749   FOR THE FINAL TEST                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2°       | 9   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |     |        |
| <p>The final exams consists of writing, presenting and discussing a thesis, developed autonomously by the students, which illustrates in a coherent and detailed manner the problem tackled during the practical training and all the activities carried out to develop its solution.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |     |        |
| AAF1750   FURTHER LINGUISTIC KNOWLEDGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2°       | 3   | ENG    |
| AAF1752   STAGES AND PROFESSIONAL TRAINING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2°       | 3   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |     |        |
| <p>Acquisition of manual, methodological and organizational skills aimed at the elaboration of technical-scientific issues.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |     |        |
| AAF1753   OTHER KNOWLEDGE USEFUL FOR ENTERING INTO THE WORK MARKET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2°       | 3   | ENG    |

| Insegnamento                                                                  | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                    |          |     |        |
| Basic training in laboratory techniques aimed to improve professionalization. |          |     |        |
| Elective course<br>Gruppo OPZIONALE                                           | 2°       | 12  | ENG    |

### Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                             | Anno | Semestre | CFU | Lingua |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----|--------|
| 1049270  <br>COMPLEX<br>BIOMOLECULAR<br>NETWORKS                                                                                                                                                                                         | 3°   | 1°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                               |      |          |     |        |
| The course aims to provide basics concepts and tools for complex networks analysis. The attendee will be able to apply complex networks concepts to biological networks and explore the underlying process and molecular related issues. |      |          |     |        |
| 1049271   PLANT<br>FUNCTIONAL<br>GENOMICS                                                                                                                                                                                                | 3°   | 1°       | 6   | ENG    |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Anno | Semestre | CFU | Lingua |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |          |     |        |
| General skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |          |     |        |
| The course of Plant Functional Genomics aims to provide advanced knowledge of plant genomes, with particular attention to the use of this knowledge in order to identify new genes and determine their function.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |     |        |
| Specific skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |     |        |
| A) Knowledge and understanding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |          |     |        |
| To acquire detailed knowledge of:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |          |     |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- methods of analysis of plant genomes and the peculiar difficulties related to these organisms (polyploidy, repetitive DNA);</li> <li>- the structure of the plant nuclear and plastidic genomes;</li> <li>- genome comparison methods, with particular attention to the identification of homologous, orthologue and parologue genes;</li> <li>- methods of transfer of information on genes from model species to species of agricultural interest;</li> <li>- methods of integration of genomics and gene expression analysis data;</li> <li>- methods and approaches to study of the function of genes in model species and in crops, with approaches of direct and reverse genetics;</li> <li>- methods of transient and stable transformation;</li> <li>- identification and use of molecular markers in plant genetics;</li> <li>- use of genomic data to identify genes involved in agronomic traits.</li> <li>- the mechanisms of epigenetic regulation in plants and the methods to study them;</li> <li>- silencing and "genome editing" mechanisms in plant organisms;</li> </ul> |      |          |     |        |
| B) Applying knowledge and understanding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |          |     |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- design experiments aimed at defining the function of a gene through reverse genetic approaches;</li> <li>- design genetic screening in plant model systems and outline the main lines of identification of a mutation;</li> <li>- understand and critically discuss the different approaches used to alter the expression of a gene in a plant and choose the most appropriate one according to the needs and the experimental model;</li> <li>- designing the engineering of new traits in plant organisms.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |     |        |
| C) Making judgements                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |          |     |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Critical judgment skills, through the study of reviews and scientific articles on key aspects of the field and in-depth discussions;</li> <li>- Ability to evaluate the correctness and scientific rigor in the topics related to the topics covered by the course.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |          |     |        |
| D) Communication skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |          |     |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition of adequate skills and useful tools for communication in Italian and in foreign languages (English), through the use of graphic and formal languages, with particular regard to the scientific language.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |          |     |        |
| E) Learning skills                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |          |     |        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ability to interpret and deepen knowledge;</li> <li>- Ability to use cognitive tools for continuous updating of knowledge;</li> <li>- Ability to compare for the consolidation and improvement of knowledge.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |     |        |
| 1049272  <br>PRINCIPLES OF<br>GENERAL<br>PATHOLOGY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3°   | 1°       | 6   | ENG    |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Anno | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |          |     |        |
| <p><b>OVERALL OBJECTIVES:</b><br/> The general aim of this course is to give to the student the basic knowledge concerning:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) the fundamental molecular mechanisms that regulate human disease processes;</li> <li>2) how recent biotechnological advances and next generation sequencing approaches can be integrated in the characterization of the pathologies;</li> <li>3) the different types of genetically modified murine models for the study and the cure of human pathologies;</li> <li>4) the main bioinformatic tools in this field.</li> </ol> <p><b>SPECIFIC OBJECTIVES:</b><br/> At the end of the course the student will be able, by applying the knowledge acquired during the course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) perform bibliographic searches on international databases;</li> <li>2) perform data mining on most widely used databases</li> <li>3) integrate notions acquired during lectures and international scientific literature;</li> <li>4) understand the principal mechanisms of most common pathologies and how these can be studied with the aid of next generation sequencing approach;</li> <li>4) to hypothesize the generation of animal models for the pathophysiological study of human diseases and for the identification of therapeutic targets;</li> <li>5) to critically evaluate the best bioinformatic tools for achieving these results or alternatively, to pursue the replacement of animal experimentation.</li> </ol> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b><br/> At the end of the course the student would be able to know:<br/> Concept and causes of alteration in the cell, from homeostasis to disease; Next generation Sequencing (NGS) technique used for different applications, from the study of genomes, chromatin accessibility and transcriptome; Molecular and cellular pathology of cancer; Pathogenetic mechanisms of non-coding RNAs; Stem cells: embryonic stem cells, tissue stem cells and cancer stem cells; advantages and limits of genetically modified murine models; the basic technical and bioinformatic tools concerning the generation, the characterization and the maintenance of murine colonies; the specific traits of the different types of genetically modified murine models, both conventional and conditional; the bioinformatic tools to potentially validate mouse models of human diseases.</p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:</b><br/> To apply the acquired knowledge to integrate information gathered from different sources (datasets, material obtained during lectures, and scientific literature); to understand different mechanisms that contribute to pathogenesis and how these mechanisms can be studied, with particular focus on NGS-based technologies; to discriminate advantages and limits in generating and using different types of genetically modified murine models for the study and the cure of human pathologies; to critically evaluate the bioinformatic means available to pursue these aims.</p> <p><b>MAKING JUDGEMENTS:</b><br/> The student will be able to link the different types of notions acquired during the course to elaborate the most appropriate experimental strategy based on bioinformatic tools and able to solve research problems in the field of general pathology.</p> <p><b>COMMUNICATION:</b><br/> The student will be able to perform oral presentation of scientific data, with the aid of Power Point software.<br/> Notions acquired during the course will be evaluated during the exam.</p> <p><b>LIFELONG LEARNING SKILLS:</b><br/> The notions, the tools and the notes available during the course will contribute in developing the competence for the autonomous study and continuous updating in the field of the Bioinformatics applied to the general pathology.</p> |      |          |     |        |
| 1049273  <br>OPTIMIZATION<br>METHODS FOR<br>COMPUTATIONAL<br>BIOLOGY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3°   | 1°       | 6   | ENG    |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Anno | Semestre | CFU | Lingua |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----|--------|
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |          |     |        |
| <p>The course gives an introduction on the basic tools for mathematical modeling and solving decision and optimization problems that arise in bioinformatics. At the end of the course, students should be able to recognize such problems, build mathematical models for them, and solve them using a number of modeling techniques and solution algorithms, also by means of specific software tools.</p> <p>Expected learning outcomes (Dublin Descriptors):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Understand all basic mathematical aspects of solving linear, linear integer, and nonlinear convex optimization problems. Understand main modeling techniques in mathematical programming.</li> <li>2. Be able to develop an optimization model from a decision problem with quantitative data. Be able to select and use suitable software to solve such model.</li> <li>3. Be able to identify weaknesses of optimization models and limits of numerical solvers (students develop these abilities also during any practical test of the course when they practically solve relevant decision problems).</li> <li>4. Be able to describe any aspect of a mathematical program and of the main algorithms for the solution of linear, linear integer, and nonlinear programs (students develop these abilities also during any practical test of the course when they practically solve relevant decision problems by working in groups).</li> <li>5. Get mathematical basis to self-study solution techniques for complex mathematical programs such as nonconvex and multi-objective programming.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |          |     |        |
| 1049285  <br>BIOINFORMATICS<br>IN PLANT<br>PATHOLOGY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3°   | 1°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |          |     |        |
| <p>General skills</p> <p>A modern plant pathologist has to face this complex reality, plan experiments at real scale, "sucks the marrow out of -omics" (par. Walt Whitman) by using bioinformatics tools, individuate biocontrol agents and stimulate plant self-defences. In relation to this, the main aim of this course is forming young scientists in managing plant diseases tout court by the mean of the -omics plus bioinformatics tools</p> <p>Specific skills</p> <p>A) Knowledge and understanding</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Plant Pathology: the concept of disease</li> <li>- The Pathogens: from virus to fungi, different strategies for different pathogens</li> <li>- The Pathobiome concept</li> <li>- Integrated Pest Management: how to couple food security with food safety</li> <li>- Pathogenomics; how genomics meets pathogen</li> </ul> <p>B) Applying knowledge and understanding</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- how using specific terminology of a plant pathologist</li> <li>- Identify the main factors causing disease in major crops</li> <li>- Establish the salient features of a cycle of infection of a pathogen</li> <li>- Identify important activities and genes in plant resistance</li> <li>- Identify the important activities and genes in the virulence of pathogens</li> <li>- Outline novel strategies for controlling plant diseases</li> </ul> <p>C) Making judgements</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification of new perspectives / development strategies for the protection of crops</li> <li>- Evaluation, interpretation and reprocessing of literature data in the field of molecular plant-microbe interactions</li> </ul> <p>D) Communication skills</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ability to illustrate the results of research and experimentation carried out in the context of the exercises</li> <li>- Ability to understand manuscripts in English and to indicate the salient features of the oral exam</li> </ul> <p>E) Learning skills</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Learn the specific terminology of plant pathologist</li> <li>- Logically connect the acquired knowledge in the field of molecular plant-microbe interactions</li> <li>- Identify the most relevant topics of the subjects dealt with</li> <li>- how consulting specialist databases (e.g. ncbi, kegg, string, uniprot)</li> </ul> |      |          |     |        |

| Insegnamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Anno | Semestre | CFU | Lingua |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-----|--------|
| 1049268   SIGNAL PROCESSING AND INFORMATION THEORY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3°   | 2°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b><br><p>The course consists in a introduction to signal processing fundamentals. It is intended to provide an understanding and working familiarity with the fundamentals of signal processing and is suitable for a wide range of people involved with and/or interested in signal processing applications. Its goals are to enable students to apply digital signal processing concepts to their own field of interest, to make it possible for them to read the technical literature on digital signal processing, and to provide the background for the study of more advanced topics and applications.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |          |     |        |
| 1049269   ALGORITHMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3°   | 2°       | 6   | ENG    |
| <b>Obiettivi formativi</b><br><p>Obiettivi generali</p> <p>Acquisire la conoscenza di base delle più note tecniche algoritmiche di progettazione e delle tecniche di valutazione della correttezza e della complessità degli algoritmi.</p> <p>Obiettivi specifici</p> <p>Conoscenza e comprensione:<br/> Al termine del corso gli studenti posseggono le conoscenze di base relative a:<br/> - tecniche fondamentali di progettazione algoritmica;<br/> - analisi della correttezza e della efficienza degli algoritmi;</p> <p>Applicazione di conoscenza e comprensione:<br/> Al termine del corso gli studenti sono in grado di:<br/> - analizzare le prestazioni di un algoritmo tramite strumenti matematici rigorosi;<br/> - analizzare algoritmi e strutture dati<br/> - progettare ed analizzare nuovi algoritmi, sfruttando le metodologie presentate durante il corso.</p> <p>Autonomia di giudizio:<br/> Lo studente alla fine del corso deve essere in grado di scegliere autonomamente qual è la tecnica algoritmica più adatta da applicare per un determinato problema e valutare tra più soluzioni algoritmiche per un certo problema qual'è da preferirsi.</p> <p>Abilità comunicative:<br/> Lo studente acquisirà la capacità di esprimere un'idea algoritmica tramite l'uso di uno pseudocodice.</p> <p>Capacità di apprendimento:<br/> Lo studente avrà acquisito la capacità di analizzare un problema, progettare le necessarie strutture dati e un algoritmo corretto ed efficiente che lo risolva.</p> |      |          |     |        |

## Obiettivi formativi

L'obiettivo del Corso di Laurea in Bioinformatica è quello di preparare una figura professionale che possieda solide competenze di base sia in biologia che in informatica e ingegneria dell'informazione e che sia immediatamente impiegabile per fornire un supporto tecnico di alto livello in istituzioni sanitarie e imprese biotecnologiche o in alternativa inserito in percorsi di ulteriore specializzazione per un futuro arruolamento in istituzioni scientifiche impegnate in ricerca scientifica. Questa caratteristica è ben testimoniata dal gran numero di crediti per i corsi di base nelle discipline matematiche, fisiche, informatiche e statistiche (36 CFU rispetto al

minimo ministeriale di 10 CFU) ed alla presenza di 30 CFU in materie affini nei settori INF, ING-INF e MAT. Il corso inoltre fornirà gli elementi per una riflessione approfondita delle problematiche bioetiche con particolare attenzione alla diffusione e protezione dei dati sensibili disponibili sulle grandi banche dati genomiche. I laureati del corso di laurea in bioinformatica devono:

- possedere una buona formazione matematica e le conoscenze fondamentali nei vari settori delle scienze e tecnologie informatiche; possedere una conoscenza di base dei sistemi biologici complessi sui quali opereranno grazie a strumenti di chimica, biologia cellulare e molecolare e genetica;
- avere capacità di affrontare e analizzare sistemi biologici complessi e di sviluppare o adattare sistemi informatici per collezionare, analizzare, filtrare i dati e coglierne il senso biologico;
- acquisire le metodologie di indagine più utilizzate ed essere in grado di applicarle in situazioni concrete ed eventualmente adattarle e variarle per risolvere problemi specifici con particolare riguardo alle attività bioinformatiche di laboratori bio-medici;
- essere capaci di lavorare in gruppi e reti di interazione operanti sul territorio nazionale o su scala internazionale.

A tale scopo i laureati dovranno dimostrare:

- competenze sui metodi, le tecniche e le applicazioni nei settori di base dell'ingegneria dell'informazione e della biologia molecolare e cellulare;
- conoscenza delle tecnologie e delle metodologie per il progetto di esperimenti biomolecolari e dell'implementazione di piattaforme informatiche per l'analisi dei dati "omici" su larga scala per applicazioni bio-mediche;
- conoscenza dei sistemi di memorizzazione, elaborazione e gestione dei dati biomolecolari su larga scala;
- conoscenza dei principali pacchetti software del settore e per lo sviluppo di programmi nel settore bioinformatico;
- conoscenza delle più importanti basi di dati bio-molecolari pubbliche e dei relativi formati e strutture dei dati;
- conoscenza dei principali tecnologie e algoritmi per l'analisi delle sequenze e strutture biologiche;
- capacità di sviluppo, realizzazione ed integrazione di librerie software per l'analisi di dati genomici e di sistemi basati su web per la presentazione e gestione dei dati bio-molecolari e clinico-diagnostico;
- conoscenza delle principali metodologie di "data mining" e capacità di interpretare i dati alla luce delle problematiche tipiche della biologia cellulare e molecolare in ambito bio-medico;
- conoscenza di strumenti e modelli statistici di interesse bio-medico;
- capacità di approccio integrato bio-informatico ai problemi di genomica e proteomica;
- capacità di selezionare gli strumenti più adatti alla soluzione dei problemi tipici della bioinformatica con un approccio integrativo e multi-disciplinare;
- capacità di dialogare direttamente sia con biologi e medici sia con informatici per facilitare la comunicazione fra i suoi ambiti e la progettazioni di sistemi che risponda alle reali esigenze biologiche oltre che diagnostiche e terapeutiche.

Ai fini indicati, il curriculum della laurea in bioinformatica deve:

- comprendere strumenti di matematica discreta e del continuo; principi e strutture dei sistemi di elaborazione hardware e software; tecniche e metodi di progettazione e realizzazione di sistemi informatici di base e applicativi; conoscenze nelle discipline biologiche, biochimiche e biomediche fondamentali e nelle applicazioni informatiche in tali settori;
- fornire al laureato le competenze necessarie per operare negli ambiti della progettazione, realizzazione, sviluppo, gestione e manutenzione di sistemi bioinformatici;
- prevedere non meno di 20 crediti dedicati ad attività di laboratorio nelle attività caratterizzanti ed affini;
- prevedere, in relazione a specifici obiettivi formativi, l'obbligo di attività complementari, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, oltre a soggiorni di studio presso altre università italiane e estere, anche nel quadro di accordi internazionali.

Agli studenti verranno forniti sia gli strumenti tecnico-pratici che le basi metodologiche necessarie per creare un profilo professionale genuinamente multi-disciplinare. Già dal primo anno di corso verranno, infatti, impartite nozioni di base di matematica, fisica, statistica e chimica insieme a conoscenze essenziali per comprendere la struttura e la funzione dei sistemi biologici interpretati in chiave molecolare e cellulare. Obiettivo dei corsi dell'area matematico/statistica è quello di fornire gli strumenti di base per sviluppare capacità logico-matematiche e statistiche orientate all'utilizzo di dati di tipo molecolare e cellulare per tematiche bio-mediche. Obiettivo del corso di fisica è quello di orientare la mentalità dello studente ad un approccio scientifico quantitativo ed a fornire la capacità di formalizzare problemi del mondo reale e risolverli con strumenti di calcolo automatico. Nell'ambito dei corsi di base di matematica, fisica e statistica, lo studente verrà gradualmente guidato – in sintonia con i corsi di base di biologia cellulare e molecolare – attraverso le tematiche e le domande tipiche della biologia. A questo fine, saranno affiancati laboratori di informatica e di biologia cellulare e molecolare. Obiettivo del corso di informatica è quello di fornire fin da subito la capacità di progettazione e sviluppo di programmi tramite programmazione sia procedurale che orientata agli oggetti e la capacità di integrazione di moduli e librerie. Verranno inoltre fornite le metodologie di base per la progettazione e l'analisi di algoritmi iterativi e ricorsivi, le principali strutture dati ed i relativi algoritmi. Gli insegnamenti di base della chimica forniscono una visione globale delle proprietà e della reattività dei principali elementi e dei loro composti più importanti. Sono previsti, sin dal primo anno, corsi di chimica inorganica e organica, in modo da interloquire direttamente con i paralleli corsi di matematica, fisica e biologia cellulare e molecolare. A partire dal secondo anno verranno approfondite le conoscenze biologiche in genetica oltre che quelle di biologia cellulare e molecolare. Fra il primo ed il secondo anno sono previste le attività specifiche della bioinformatica che potranno quindi utilmente avvalersi delle conoscenze matematico-informatiche e biologiche già acquisite nel primo anno. Nel secondo anno, tali attività hanno l'obiettivo di fornire le conoscenze utili all'utilizzo professionale delle banche dati biologiche e dei principali strumenti di analisi presenti in rete, di conoscere gli algoritmi per l'allineamento di sequenze e strutture biologiche, di utilizzare vocabolari biologici controllati. Nel terzo anno, le nozioni di bioinformatica si

svilupperanno verso tecnologie e metodi più avanzati per la generazione di dati biomolecolari e la loro analisi. Inoltre, verranno illustrati metodi per la visualizzazione di dati su larga scala e la loro integrazione multi-livello. Nel terzo anno viene offerta la possibilità di approfondire e completare la preparazione mediante materie affini ed integrative in due direzioni principali: una di carattere più informatico mediante lo studio di metodi e algoritmi avanzati per l'analisi dei dati bio-molecolari, l'altra a carattere più ingegneristica e cioè orientata all'analisi e progetto di modelli formali di generazione dell'informazione nei sistemi biologici. Inoltre gli studenti potranno approfondire campi applicativi di grande potenzialità (i.e. la Genomica Funzionale Vegetale) Particolare cura sarà rivolta alla creazione di una mentalità "integrativa" che riesca a coordinare in modo armonico competenze che oggi risultano invece separate dagli specialismi di settore. In altre parole, il corso nel suo complesso ed i corsi nella loro specificità, saranno centrati sull'applicazione dei concetti matematico/informatici ai problemi della biologia molecolare cellulare e alle sue derivazioni diagnostiche e terapeutiche. A tal fine, verranno continuamente monitorati e sensibilizzati i docenti in modo da evitare il più possibile la compartimentalizzazione delle competenze e da promuovere l'integrazione dei programmi. Tale approccio permetterà, in modo naturale, un più facile inserimento nel mondo del lavoro, la cui natura multi-disciplinare è da tutti invocata e auspicata (accademia e industria). La quota del tempo dedicato allo studio individuale è definita nel Regolamento didattico del corso di studio.

## **Profilo professionale**

### **Profilo**

Genomic tools developer

### **Funzioni**

Il genomic tools developer è in grado di capire le problematiche bio-molecolari e di risolverle mediante l'utilizzo di appropriati software pubblici o realizzati in proprio. E' in grado di sviluppare l'implementazione software sia per l'analisi dei dati che per la loro presentazione ed integrazione.

### **Competenze**

Conoscenza degli algoritmi per l'analisi delle sequenze e strutture biologiche, progettazione di software per l'analisi dei dati.

### **Sbocchi lavorativi**

Grandi aziende, istituti pubblici di ricerca.



## **Frequentare**

### **Laurearsi**

La prova finale si articolerà in un elaborato bioinformatico all'interno del tirocinio da svolgere presso laboratori scientifici biologici e bio-medici che utilizzano tecnologie bioinformatiche per l'analisi dei dati o presso industrie del settore farmaceutico, biotecnologico sia red che green, ed industrie di bioinformatica.

# Organizzazione

## Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Alessandro Paiardini

## Tutor del corso

ALESSANDRO PAIARDINI  
RODOLFO NEGRI

## Manager didattico

Vincenzo Mancino

## Rappresentanti degli studenti

Clemente Calabrese  
Giulia Maccarone

## Docenti di riferimento

ALESSANDRO PAIARDINI  
FABIO DI DOMENICO  
LUIGI FAINO  
SABRINA SABATINI  
PAOLA PACI  
RODOLFO NEGRI  
MONICA BALLARINO  
ALESSANDRO FALASCHI  
DANIELE PANNONE

## Regolamento del corso

L'obiettivo del Corso è quello di preparare una figura professionale che possieda solide competenze di base sia in biologia che in informatica e ingegneria dell'informazione e che sia immediatamente impiegabile per fornire un supporto tecnico di alto livello in istituzioni sanitarie e imprese biotecnologiche o in alternativa inserito in percorsi di ulteriore specializzazione per un futuro arruolamento in istituzioni scientifiche impegnate in ricerca scientifica. Questa caratteristica è ben testimoniata dal gran numero di crediti per i corsi di base nelle discipline matematiche, fisiche, informatiche e statistiche ed alla presenza di materie affini nei settori dell'ingegneria informatica e della matematica. Il corso inoltre fornisce inoltre gli elementi per una riflessione approfondita delle problematiche bioetiche con particolare attenzione alla diffusione e protezione dei dati sensibili disponibili sulle grandi banche dati genomiche. Facoltà di Farmacia e Medicina, Ingegneria dell'Informazione Informatica e Statistica, Medicina e Odontoiatria, Scienze matematiche Fisiche e Naturali Testo normativo del Corso di Laurea Interfacoltà in BIOINFORMATICS (classe L-2) A.A. 2024/2025 REQUISITI DI AMMISSIONE Per essere ammessi al Corso di Laurea in Bioinformatica occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. Sono richieste conoscenze in Fisica, Chimica, Biologia, Matematica. Inoltre si deve essere in possesso di una buona conoscenza della lingua inglese. Essendo il CdS a numero programmato la verifica sarà effettuata con un test di ingresso. Il numero di posti disponibili fissato per l'a.a. 2024/2025 è di 50. L'ammissione all'immatricolazione è subordinata al raggiungimento di una posizione utile nella relativa graduatoria di merito. I dettagli sulle caratteristiche, e la modalità di svolgimento della prova, sono definiti nel Bando di ammissione, che sarà pubblicato in coincidenza con l'apertura della Manifestazione "Porte Aperte" alla Sapienza sulla pagina dell'Offerta Formativa del sito di Ateneo <http://www.uniroma1.it/didattica/offerta-formativa> PASSAGGI, TRASFERIMENTI, ABBREVIAZIONI DI CORSO, RICONOSCIMENTO CREDITI Passaggi e trasferimenti Le richieste di trasferimento al corso di laurea in Bioinformatica devono essere presentate entro le scadenze e con le modalità specificate nel Manifesto degli studi di Ateneo. Abbreviazioni di corso Chi è già in possesso del titolo di diploma triennale, di laurea triennale,

quadriennale, quinquennale, specialistica acquisita secondo un ordinamento previgente, di laurea o laurea magistrale acquisita secondo un ordinamento vigente e intenda conseguire un ulteriore titolo di studio può chiedere al CdS l'iscrizione ad un anno di corso successivo al primo. Le domande sono valutate dal CdS, che in proposito a) valuta la possibilità di riconoscimento totale o parziale della carriera di studio fino a quel momento seguita, con la convalida di parte o di tutti gli esami sostenuti e degli eventuali crediti acquisiti, la relativa votazione; b) indica l'anno di corso al quale lo studente viene iscritto; c) formula il percorso formativo per il conseguimento del titolo di studio. Le richieste devono essere presentate entro le scadenze e con le modalità specificate nel Manifesto degli studi di Ateneo. **NOTA BENE:** Uno studente non può immatricolarsi o iscriversi ad un corso di laurea appartenente alla medesima classe nella quale ha già conseguito il diploma di laurea. Criteri per il riconoscimento crediti Possono essere riconosciuti tutti i crediti formativi universitari (CFU) già acquisiti se relativi ad insegnamenti che abbiano contenuti, documentati attraverso i programmi degli insegnamenti, coerenti con uno dei percorsi formativi previsti dal corso di laurea. Il CdS può deliberare l'equivalenza tra Settori scientifico disciplinari (SSD) per l'attribuzione dei CFU sulla base del contenuto degli insegnamenti ed in accordo con l'ordinamento del corso di laurea. I CFU già acquisiti relativi agli insegnamenti per i quali, anche con diversa denominazione, esista una manifesta equivalenza di contenuto con gli insegnamenti offerti dal corso di laurea possono essere riconosciuti come relativi agli insegnamenti con le denominazioni proprie del corso di laurea a cui si chiede l'iscrizione. In questo caso, il CdS delibera il riconoscimento con le seguenti modalità: a) se il numero di CFU corrispondenti all'insegnamento di cui si chiede il riconoscimento coincide con quello dell'insegnamento per cui viene esso riconosciuto, l'attribuzione avviene direttamente; b) se i CFU corrispondenti all'insegnamento di cui si chiede il riconoscimento sono in numero diverso rispetto all'insegnamento per cui esso viene riconosciuto, il CdS esaminerà il curriculum dello studente ed attribuirà i crediti eventualmente dopo colloqui integrativi.

**PERCORSI FORMATIVI** Un percorso formativo contiene la lista di tutti gli insegnamenti previsti nella carriera dello studente, compresi gli insegnamenti relativi ai 12 CFU a scelta dello studente. Questi ultimi possono essere scelti fra tutti quelli presenti nell'ambito dell'intera offerta formativa della Sapienza. Ogni studente deve ottenere l'approvazione ufficiale del proprio completo percorso formativo da parte del CdS prima di poter verbalizzare esami relativi ad insegnamenti che non siano obbligatori per tutti gli studenti, pena l'annullamento dei relativi verbali d'esame. L'adesione ad un percorso formativo può essere effettuata una sola volta per ogni anno accademico, a partire dall'inizio del terzo anno di corso. Eventuali scadenze per la presentazione del percorso formativo saranno indicate sul sito web del Corso di Laurea. Lo studente può ottenere l'approvazione del suo percorso formativo individuale attraverso la propria pagina INFOSTUD. Ad eccezione gli insegnamenti relativi ai 12 CFU a scelta dello studente, non sarà possibile inserire nel percorso formativo insegnamenti non previsti nell'Offerta Formativa.

**MODALITÀ DIDATTICHE** Le attività didattiche sono di tipo convenzionale e distribuite su base semestrale. Gli insegnamenti sono impartiti attraverso lezioni ed esercitazioni in aula e attività in laboratorio, organizzando l'orario delle attività in modo da consentire allo studente un congruo tempo da dedicare allo studio personale. La durata nominale del corso di laurea è di 6 semestri, pari a tre anni. Crediti formativi universitari Il credito formativo universitario (CFU) misura la quantità di lavoro svolto da uno studente per raggiungere un obiettivo formativo. I CFU sono acquisiti dallo studente con il superamento degli esami o con l'ottenimento delle idoneità, ove previste. Il sistema di crediti adottato nelle università italiane ed europee prevede che ad un CFU corrispondano 25 ore di impegno da parte dello studente, distribuite tra le attività formative collettive istituzionalmente previste (ad es. lezioni, esercitazioni, attività di laboratorio) e lo studio individuale. Nel corso di laurea in Bioinformatica, in accordo con il regolamento didattico di Ateneo, un CFU corrisponde a 8 ore di lezione, oppure a 12 ore di laboratorio o esercitazione guidata, oppure a 20 ore di formazione professionalizzante (con guida del docente su piccoli gruppi) o di studio assistito (esercitazione autonoma di studenti in aula/laboratorio, con assistenza didattica). Le schede individuali di ciascun insegnamento, consultabili sul sito web del corso di laurea, riportano la ripartizione dei CFU e delle ore di insegnamento nelle diverse attività, insieme ai prerequisiti, agli obiettivi formativi e ai programmi di massima. Il carico di lavoro totale per il conseguimento della laurea è di 180 CFU.

**Calendario didattico** Il calendario didattico è organizzato in due semestri e tre sessioni di esami. I periodi di lezione ed esami non si possono sovrapporre. Gli esami sostenuti entro il 31 gennaio dell'anno solare successivo alla conclusione di un anno accademico sono pertinenti all'anno accademico precedente e non richiedono reinscrizione. Prove d'esame La valutazione del profitto individuale dello studente, per ciascun insegnamento, viene espressa mediante l'attribuzione di un voto in trentesimi, nel qual caso il voto minimo per il superamento dell'esame è 18/30, oppure di una idoneità.

**MODALITÀ DI FREQUENZA, PROPEDEUTICITÀ, PASSAGGIO AD ANNI SUCCESSIVI PROPEDEUTICITÀ.** Si riportano di seguito le propedeuticità previste. **SONO VINCOLANTI** le seguenti PROPEDEUTICITÀ: Non si possono sostenere gli esami del terzo anno senza avere completato quelli del primo.

**REGIME A TEMPO PARZIALE** I termini e le modalità per la richiesta del regime a tempo parziale nonché le relative norme sono stabilite nel Manifesto di Ateneo e sono consultabili sul sito web della Sapienza.

**TUTORATO** Gli studenti del corso di laurea in Bioinformatica possono usufruire dell'attività di tutorato svolta dai docenti indicati dal CdS.

**PROVA FINALE** La prova finale consiste nella stesura, nella presentazione e nella discussione di un elaborato, preparato autonomamente dallo studente. L'elaborato sarà la sintesi di una ricerca bibliografica oppure una relazione su

un'attività di tipo sperimentale condotta dallo studente in laboratorio o sul campo, sotto la guida di un docente del Corso di Laurea. La votazione finale si basa sulla valutazione del curriculum degli studi, della dissertazione e della prova finale, e su ulteriori elementi rivolti ad incentivare il superamento degli esami nei tempi stabiliti dall'ordinamento didattico. Eventuali stage di formazione in Italia o all'estero, inclusa la partecipazione al progetto Erasmus, purché ben documentati, potranno essere presi in considerazione dalla Commissione per la lode o per un arrotondamento del voto finale. La relativa documentazione dovrà essere consegnata in Segreteria Didattica all'atto della consegna dell'elaborato finale. Le scadenze e le modalità di presentazione delle domande di attribuzione della prova finale e di consegna degli elaborati sono indicate sul sito web del Corso di Laurea. La Commissione di laurea esprime la votazione in centodecimi e può, all'unanimità, concedere al candidato il massimo dei voti con lode. APPLICAZIONE DELL'ART. 6 DEL REGOLAMENTO STUDENTI (R.D. 4.6.1938, N. 1269) Lo studente iscritto al corso di laurea in Bioinformatica, onde arricchire il proprio curriculum degli studi, in aggiunta agli insegnamenti previsti per il conseguimento del titolo di studio cui aspira, può iscriversi, per ciascun anno accademico, a non più di due insegnamenti di altri Corsi di studio di pari livello e di medesimo ordinamento della Sapienza. Il CdS di Bioinformatica esprimerà un parere ove la Segreteria Studenti lo richieda. Tali esami non concorrono al raggiungimento dei CFU previsti per il conseguimento del titolo e non fanno media, ma sono solo aggiunti alla carriera dello studente. Lo studente che voglia fruire della possibilità prevista dal presente articolo deve presentare alla Segreteria Studenti della facoltà una domanda scritta nei termini previsti dal Manifesto degli Studi di Ateneo. Visto il significato scientifico e culturale di tale norma, il CdS ha deliberato che tale richiesta possa essere avanzata soltanto da studenti che abbiano ottenuto almeno 6 crediti. La Segreteria studenti fa capo alla Segreteria della Facoltà di Farmacia e Medicina (scala c terzo piano Palazzina Medicina legale CU023). La segreteria didattica fa capo alla Dr.ssa Maria Carbone (Via dei Sardi 70, Tel.: 06/4991.7827, e-mail: [bioinformatics@uniroma1.it](mailto:bioinformatics@uniroma1.it)). Sito istituzionale: <https://corsidilaurea.uniroma1.it/it/corso/2024/30422/home> Per tutto quanto non espressamente indicato nel presente regolamento si fa riferimento al Regolamento Didattico di Ateneo consultabile sul sito web della Sapienza.

# Assicurazione qualità

## Consultazioni iniziali con le parti interessate

Il 15 Aprile 2014 si è tenuto, presso il Chiostro della Facoltà di Ingegneria, un incontro preparatorio alla progettazione del CdS in Bioinformatica, organizzato dalla Facoltà di Ingegneria e dal Dipartimento di Biotecnologie Cellulari ed Ematologia in presenza di studenti di diversa provenienza, con alcuni docenti delle materie biologiche mediche e bioinformatiche, un rappresentante dell'associazione nazionale di categoria AssoBioTec, un rappresentante dell'Istituto Tumori Regina Elena di Roma ed un rappresentante della multinazionale "ThermoFisher - Lifetechnologies" che ha un fatturato di 17 miliardi di dollari e 50 mila impiegati sparsi in 50 paesi (Italia inclusa). La rappresentante di AssoBioTec (l'associazione di Federchimica che riunisce le aziende del settore biotecnologico) ha parlato sul tema "Il mercato del lavoro nell'industria biotecnologica e bioinformatica". L'aspetto più rilevante è che l'Italia è il terzo paese europeo (dopo Germania e Regno Unito) per numero di imprese nel settore biotecnologico e bioinformatico e che, in Italia, il Lazio è al terzo posto (dopo Lombardia e Piemonte) nelle regioni. La rappresentante di AssoBioTec ha spiegato le grandi potenzialità dell'industria biotech con particolare riferimento alla necessità di formare giovani bioinformatici con corsi in inglese per permettere loro di sviluppare rapporti di collaborazione con il resto del mondo. Il Direttore dell'unità di Oncogenomica Traslazionale dell'Istituto Regina Elena, ha fatto un intervento sul tema "La sconfitta del cancro passa per la bioinformatica" ricordando il ruolo fondamentale della bioinformatica nella diagnosi e cura dei tumori e nella medicina personalizzata. Infine, il responsabile per l'Italia di Lifetechnologies, ha parlato dell'impetuoso sviluppo delle tecnologie di sequenziamento e della necessità di figure professionali di bioinformatico per l'analisi di dati complessi. L'incontro è stato oggetto di due articoli su riviste di settore. Il primo sulla rivista "Laboratorio2000" che si rivolge agli operatori dei laboratori chimici, biologici, biotecnologici e clinici sia pubblici che privati. L'articolo, in apertura, afferma "L'era delle scoperte al microscopio è ormai passata, le conoscenze attuali e l'enorme mole di dati a disposizione rendono necessaria una collaborazione strettissima tra biologo e bioinformatico, figura professionale estremamente richiesta [...]" Viene inoltre riportato il fatto che, secondo uno studio del governo degli Stati Uniti, la metà delle professioni del futuro saranno collegate a servizi di assistenza sanitaria con una maggiore richiesta di tecniche e materiali innovativi e di sistemi di analisi dati più potenti ed efficaci. In quest'ottica è facile predire che società di software per la bioinformatica e la consulenza post-genomica cresceranno ed offriranno molti posti di lavoro (in allegato). Il secondo articolo è apparso sulla rivista "ResearchItaly" del MIUR, intitolato "Ricerca italiana: il futuro è della bioinformatica". Verranno effettuate consultazioni annuali con le associazioni di categoria, come Assobiotech e le associazioni professionali come l'ordine dei Biologi e Biotecnologi, con le Fondazioni AIRC e Telethon e con le società e le federazioni scientifiche interessate (Federazione Italiana Scienze della Vita, FISV, SIB, SIBBM, ABCD, AGI). Il 16 dicembre 2015, si è tenuto l'incontro conclusivo, a livello di Ateneo, della consultazione con le Parti Sociali. Durante tale incontro sono stati acquisiti i pareri delle organizzazioni consultate, come riportato nel verbale allegato. L'Ateneo prevede incontri con le Parti Sociali, con cadenza annuale.

## Consultazioni successive con le parti interessate

Il corso di laurea in Bioinformatics si avvale costantemente di un comitato di consulenza composto da esperti nel campo della Bioinformatica, scelti tra i responsabili di corsi avanzati di Bioinformatica, i coordinatori di programmi per la diffusione della Bioinformatica e i ricercatori qualificati provenienti sia dal settore pubblico che privato. Questo comitato ha il compito di valutare l'attualità e l'adeguatezza del nostro piano di studi. Attualmente, i membri del comitato sono: - Prof.ssa Manuela Helmer Citterich coordinatrice della laurea magistrale di Bioinformatica dell'università di Roma Tor Vergata; citterich@uniroma2.it - Prof.ssa Tiziana Castrignano Professore associato di Bioinformatica all'Università della Tuscia; tiziana.castrignano@unitus.it - Prof. Alessandro Romanel coordinatore del Master in Quantitative and Computational Biology, Università di Trento; alessandro.romanel@unitn.it - Walter Sanseverino direttore della company di Bioinformatica Sequentia Biotech, Barcellona; wsanseverino@sequentiabiotech.com - Prof.ssa Francesca Cuomo coordinatrice della laurea magistrale in Data Science della Sapienza Università di Roma; francesca.cuomo@uniroma1.it - Prof.ssa Manuela Petti docente di bioinformatica presso la stessa laurea; manuela.petti@uniroma1.it - Prof. Fulvio De Santis commissione didattica del Dipartimento di Scienze Statistiche. fulvio.desantis@uniroma1.it - Dott.ssa Allegra Via coordinatrice dei programmi di training bioinformatico per l'Italia della piattaforma europea ELIXIR; allegra.via@cnr.it - Dott. Paolo Fella Head of Computational Medicine Unit, LEONARDO Labs; paolo.fella@leonardo.com Si sottolinea, a partire dall'anno 2023, l'inclusione nel comitato del Dott. Fella, a capo dell'unità di Medicina Computazionale dei Leonardo Labs, un centro di eccellenza italiano e internazionale nella

ricerca Bioinformatica. Sono in programma incontri presso i Leonardo Labs per illustrare la ricerca in ambito industriale ed uniformare così i contenuti della formazione in Bioinformatica con le richieste di expertise da parte del mondo del lavoro. Con cadenza annuale, molti professori, tra i quali il Prof. Romanel dell'Università di Trento, la Prof.ssa Citterich dell'Università di Tor Vergata ed il Prof. Roberto Contestabile, tengono incontri con i nostri studenti per illustrare loro i curricula dei corsi di laurea magistrali in Quantitative Biology, Bioinformatics e Biochemistry, uniformati tenendo conto della formazione triennale dei nostri studenti e delle modifiche recenti all'offerta formativa. Abbiamo inoltre ampliato la nostra rete di contatti con istituzioni pubbliche e private per offrire opportunità di stage professionale ai nostri studenti. Il nostro database di offerte di stage professionale è stato notevolmente arricchito e include numerosi progetti oltre a quelli proposti dai docenti del corso e dalle risorse interne alla Sapienza. Infine, il Prof. Paiardini, presidente del corso, ha coordinato nel 2023 una Summer School di Bioinformatica in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Biochimiche della Sapienza e l'Università di Dallas (USA). L'evento, dato il grande successo e la partecipazione di studenti stranieri, sarà riproposto per giugno 2024.

## **Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds**

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.