

**Corso di Studio in  
Biotecnologie Marine e degli Ecosistemi Acquatici  
(Classe L-2)  
Schede insegnamenti  
Offerta formativa triennio 2025/26 – 2026/27 – 2027/28**



## Sommario

<b>INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>Matematica ed Elementi di Statistica</b> .....	4
<b>Chimica Generale ed Inorganica</b> .....	8
<b>Fisica</b> .....	13
<b>Chimica Organica</b> .....	17
<b>Chimica Fisica</b> .....	22
<b>Citologia Animale e Zoologia</b> .....	26
<b>Botanica</b> .....	33
<b>Abilità Informatiche</b> .....	40
<b>Biologia Molecolare</b> .....	42
<b>Genetica</b> .....	47
<b>Microbiologia</b> .....	52
<b>Biochimica e Laboratorio di Biochimica</b> .....	57
<b>Biologia della Riproduzione e dello Sviluppo e Fisiologia degli Organismi Acquatici</b> .....	64
<b>Botanica Economica e Diritto Europeo delle Biotecnologie</b> .....	74
<b>Tecniche di Chimica Ambientale e degli Alimenti</b> .....	82
<b>Reattori Biologici e Processi Biotecnologici</b> .....	89
<b>Igiene delle Acque</b> .....	94
<b>Biotecnologie Marine</b> .....	98
<b>Tossicologia Ambientale</b> .....	102
<b>Ecotecnologie Marine e Restauro degli Ecosistemi</b> .....	107
<b>Chimica e Tecnologia Farmaceutiche Applicate alle Biotecnologie Marine</b> .....	112



## INTRODUZIONE

Nel presente documento sono riportati i programmi, in italiano ed in inglese, degli insegnamenti presenti nell'offerta didattica programmata del Corso di laurea in *Biotecnologie Marine e degli Ecosistemi Acquatici* (Classe L-2) per il triennio 2025/26, 2026/27 e 2027/28.

I programmi sono stati predisposti dal Comitato Promotore in collaborazione con i docenti assegnatari degli incarichi didattici dei singoli insegnamenti.

I programmi riportano i seguenti elementi essenziali:

- ✓ caratteristiche (denominazione, SSD, CFU, anno di corso, obbligatorio/opzionale, modalità di erogazione, ore di didattica assistita, tipo esame);
- ✓ obiettivi;
- ✓ prerequisiti;
- ✓ contenuti;
- ✓ metodi didattici;
- ✓ verifica dell'apprendimento.

Per una verifica della coerenza fra obiettivi formativi dei singoli insegnamenti/laboratori e obiettivi del Corso è possibile consultare sul sito del Corso la [matrice di tuning, allegata al Regolamento Didattico](#). In fase di pubblicazione dell'Offerta Formativa per l'A.A. 2025/2026, secondo le tempistiche comunicate dall'Ateneo e comunque in data non successiva al 31/07/2025, saranno pubblicati, a cura dei singoli docenti, i programmi delle attività didattiche del 1° anno di corso in versione estesa comprendenti:

- ✓ eventuali integrazioni o specifiche sui contenuti, sui metodi didattici o sulle modalità di verifica dell'apprendimento;
- ✓ testi di riferimento;
- ✓ altre informazioni.

Nell'apposita [sezione sul sito del Corso](#) verranno invece resi disponibili le schede degli insegnamenti del 2° e del 3° anno che verranno attivati rispettivamente nel 2026/27 e nel 2027/28.



## Matematica ed Elementi di Statistica

SSD: **MAT/05**

CFU: **7**

Tipo di attività didattica: **lezione e esercitazioni**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **60 (48 lezioni e 12 esercitazioni)**

Tipo esame: **scritto**

### Obiettivi

#### ITALIANO

##### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Adeguata conoscenza e interpretazione dei problemi legati alla geometria analitica, all'analisi, alla statistica descrittiva e a elementi di teoria di probabilità.

##### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Capacità di risoluzione dei problemi mediante corretta applicazione dei metodi studiati;

Corretta applicazione dei risultati ottenuti.

##### *Autonomia di giudizio*

Lo studente dovrà essere in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per riflettere su un problema, interpretare dati e costruire un giudizio autonomo.

##### *Abilità comunicative*

Capacità di comunicazione mediante linguaggio scientifico scritto e orale.

##### *Capacità di apprendimento*

Il corso stimola gli studenti a sviluppare le competenze necessarie per comprendere e risolvere problemi in maniera autonoma.

#### ENGLISH

##### *Knowledge and understanding*

Adequate knowledge and interpretation of the problems related to the analytical geometry, analysis, descriptive statistics and elementary probability theory.

##### *Applying knowledge and understanding*

Problem-solving skills through the correct application of the methods of analysis, descriptive statistics and elementary probability theory;

Correct application of the results obtained.

##### *Making judgements*

The student must be able to interpret problems and reflect on scientific issues.

##### *Communication skills*

Capacity of communication through scientific language, written and spoken.

##### *Learning skills*

The course encourages students to work independently, in order to also improve the ability to solve problems.



## Prerequisiti

### ITALIANO

È indispensabile avere conoscenze scientifiche di base dell'aritmetica, dell'algebra e della geometria secondo i programmi della scuola media superiore.

### ENGLISH

It is required to know: Basic scientific knowledge of arithmetic, algebra and geometry according to the programs of the school.

## Contenuti

### ITALIANO

#### *Principali argomenti trattati:*

Insiemi, numeri interi, razionali, reali, complessi, valore assoluto, equazioni e disequazioni di primo e di secondo grado, disequazioni fratte.

Retta. Distanza punto retta. Intersezione di due rette e sistemi lineari.

Coniche: generalità sulle equazioni algebriche di secondo grado. Parabola, circonferenza. Intersezioni di una conica con una retta: sistemi di secondo grado. Tangenti a una conica. Cenni ellisse e iperbole.

Funzioni. Funzione reale di una variabile reale. Grafico di una funzione. Funzioni pari e dispari. Funzioni crescenti e decrescenti e massimi e minimi assoluti e relativi. Funzioni composte. Funzione inversa. Funzioni algebriche elementari (funzioni lineari, quadratiche e funzioni potenza). Funzione esponenziale, funzione logaritmica e equazioni e disequazioni esponenziali e logaritmiche. Funzioni periodiche. Funzioni goniometriche. Cenni sulle successioni numeriche: progressione aritmetica e progressione geometrica, somma dei primi  $n$  numeri (con dimostrazione).

Limiti e continuità. Limiti di funzioni. Teorema di unicità del limite e teorema del confronto. Operazioni sui limiti. Forme indeterminate. Limiti notevoli cenni. Il numero di Neper.

Asintoti orizzontali, verticali, obliqui. Funzioni continue. Punti di discontinuità.

Calcolo differenziale. Rapporto incrementale, derivata di una funzione in un punto, significato geometrico della derivata. Derivate delle funzioni elementari. Derivate della somma e del prodotto. Derivata del rapporto di due funzioni. Derivata delle funzioni composte. Esempio di non esistenza della derivata ( $f(x)=|x|$  in  $x=0$  non è derivabile). Punti a tangente verticale e cuspidi. Legame tra derivabilità e continuità. Regola di De l'Hopital. Studio dei massimi e dei minimi a mezzo delle derivate, condizione necessaria (teorema di Fermat). Segno della derivata per funzioni crescenti o decrescenti. Derivata seconda. Concavità e convessità. Studio della concavità e convessità con la derivata seconda. Studio del grafico di una funzione.

Integrali indefiniti. Integrali indefiniti: definizione, nozione di funzione primitiva, prime proprietà. Integrali immediati di funzioni elementari, metodo della sostituzione e integrali per parti.

Integrali definiti. Definizione di integrale definito (di Riemann), il suo significato geometrico. Proprietà degli integrali, funzioni integrabili secondo Riemann (funzioni continue). Differenziale. Integrali con il metodo della sostituzione e integrali per parti.

Elementi di statistica. Popolazione statistica e campione, istogramma e istogramma delle frequenze, media, media geometrica e media ponderata, mediana, varianza e varianza campionaria, deviazione standard e deviazione standard campionaria, covarianza e covarianza campionaria, coefficiente di correlazione, cenni su retta di regressione.

Calcolo della probabilità. Eventi aleatori, frequenza assoluta e relativa, definizione probabilità e spazio degli eventi, eventi equiprobabili, evento composto, insiemistica degli eventi, eventi incompatibili ed eventi indipendenti, probabilità condizionate.

### ENGLISH

#### *Main covered topics:*

Sets and numbers, absolute value. First and second degree. Fractional equations. Irrational equations. First and second degree inequalities. Fractional inequalities. Systems of inequalities.

Equation of a line; parallelism and orthogonality of lines; distance between two points, distance between a point and a line. Intersection between lines.

Circles and parabola. Intersection of a line and a conic, tangent line.

Functions. Definition. Real functions. Graph of a function. Composition of two functions. Invertible functions. Increasing and decreasing functions. Even and odd functions. Maximal and minimum of a function. Linear



functions, power functions, exponential functions, logarithmical functions, periodic functions, sine, cosine and tangent function. Arithmetic and geometric progression, sum of the first  $n$  natural numbers (proof). Differential calculus. Limits of a function. Some techniques of solution of indeterminate forms. Asymptote. Continuous function, point of discontinuity. The notion of derivative. Properties of derivatives: derivative of the sum, of the product and of the quotient of two functions, of composite function. The second derivative. The relationship between continuity and differentiability function. L'Hopital's rule. Fermat's theorem, maximum and minimum with derivative. The sign of the first derivative of the function to determine if the function is increasing or decreasing. Convexity and concavity with derivatives. Study of a function. Indefinite integrals. Definition and properties. Integration by substitution and integration by parts. Definite integrals. Properties; function Riemann integrable (continuous function). Integration by substitution and integration by parts. Statistics. Graphical representations of data. Arithmetic and geometric mean. Median. Mode. Variance. Standard deviation. Brief outline of Linear regression and Correlation coefficient. Probability. Random event, absolute and relative frequency, sample space, independent and dependent events, compatible and incompatible events, conditional probability.

### Metodi didattici

#### ITALIANO

Lezioni frontali (48 h), esercitazioni guidate (12h).

#### ENGLISH

48 hours of frontal lectures and 12 hours of guided exercises.

### Verifica dell'apprendimento

#### ITALIANO

Per la prova d'esame lo studente può scegliere tra:

1. due prove scritte in itinere di due ore ciascuna
2. Una prova scritta complessiva di due ore.

Il punteggio della prova d'esame è attribuito mediante un voto espresso in trentesimi.

Nel primo caso il voto finale è la media dei voti delle due prove.

Lo studente può chiedere di migliorare il voto della prova scritta integrando con una prova orale.

Nelle prove vengono proposti lo svolgimento di esercizi e la trattazione breve di argomenti di teoria. Lo studente dovrà dimostrare di conoscere e saper risolvere problemi di geometria analitica, analisi, statistica descrittiva e problemi elementari di probabilità.

Nella valutazione dell'esame la determinazione del voto finale tiene conto dei seguenti elementi:

1. la correttezza della procedura individuata per la soluzione del quesito;
2. l'impiego di un adeguato linguaggio
3. l'adeguatezza della soluzione proposta in relazione alle competenze che lo studente si presuppone abbia acquisito alla fine del corso.

#### ENGLISH

For the final evaluation, the student must choose one of the two options:

1. two 2-hours written exams through the course (midterm exams), dividing equally the course programme.
2. a 2-hours written exam, encompassing the whole course programme.

The final exam grade is on a 18-30 scale.

In the first option, the final grade is the average score on two exams.

The student will have the choice of integrating the written exam with a supplementary face to face exam.

The exam will include mathematical exercises and some theory questions on: problems related to the analytical geometry, analysis, descriptive statistics and elementary probability theory.

The final grade takes into account several factors:

1. problem solving skills;
2. Mathematical language skills;
3. learning skills.

To pass the exam, at a least 18/30, the student must shows a sufficient acquisition of knowledge, ability and skills on analytical geometry and analysis, descriptive statistics and elementary probability theory.



To pass the exam with 30/30 cum laude, the student must demonstrate an extensive and in-depth knowledge.



## Chimica Generale ed Inorganica

SSD: **CHIM/03**

CFU: **10**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **96 (48 lezione e 48 laboratorio)**

Tipo esame: **scritto**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso si propone di trasmettere le conoscenze di base della chimica generale ed inorganica.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

- degli atomi, delle proprietà degli elementi in funzione della configurazione elettronica e della posizione nella tavola periodica, dei composti ionici e molecolari;
- delle formule chimiche e della nomenclatura degli ossidi, idrossidi, idracidi, acidi, basi, sali, composti molecolari di uso comune e loro struttura, con particolare riferimento alla formazione dei legami chimici intra- e intermolecolari;
- dei diversi stati della materia e relativi passaggi di stato;
- della classificazione delle reazioni e loro bilanciamento;
- delle soluzioni e delle loro proprietà. I principi dell'equilibrio chimico, acidi, basi, sali, soluzioni tampone e pH;
- delle proprietà chimico-fisiche di alcuni elementi e dei loro composti;
- delle norme di sicurezza, uso della vetreria e di piccola strumentazione quale bilance elettroniche e pH-metri;
- delle tecniche di preparazione di soluzioni a titolo noto e della loro analisi qualitativa e quantitativa;
- delle unità di misura, le cifre significative, l'incertezza sperimentale.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

- individuare, nominare e scrivere le formule dei composti inorganici (ossidi, idrossidi, idracidi, acidi, basi, sali, composti molecolari di uso comune);
- ed associare ad essi sia i legami chimici presenti sia il loro stato di aggregazione. Prevedere forma, geometria e polarità delle molecole;
- saper scrivere e descrivere gli aspetti qualitativi e quantitativi per la preparazione di una soluzione a titolo noto e prevederne il pH;
- saper scrivere e descrivere gli aspetti qualitativi e quantitativi (stechimetrici) di una reazione chimica, anche in relazione all'equilibrio chimico omogeneo ed eterogeneo;
- saper portare avanti semplici esperienze in un laboratorio chimico;
- saper presentare i dati sperimentali.

#### *Autonomia di giudizio*

Capacità di interpretare conoscenze e dati sperimentali per inquadrare ogni argomento nel relativo campo di applicazione sapendo quindi individuare il modo opportuno per la sua trattazione o risoluzione. Lo svolgimento degli esercizi pertinenti gli argomenti trattati durante le lezioni frontali offrirà allo studente la possibilità di valutare e verificare le conoscenze acquisite. Lo svolgimento delle esperienze in laboratorio offrirà la possibilità di mettere alla prova le nozioni acquisite relativamente alle diverse tematiche proposte.

#### *Abilità comunicative*

Acquisizione della terminologia e conoscenze chimiche. La condivisione delle attrezzature e degli spazi durante le esperienze in laboratorio svilupperà la capacità degli studenti di lavorare in gruppo. La compilazione di questionari inseriti nelle esperienze di laboratorio e la costruzione di grafici permetterà agli studenti di acquisire dimestichezza con le calcolatrici scientifiche, con i fogli di calcolo elettronici e fornirà competenze riguardo alla presentazione di dati sperimentali che abbiano rigore scientifico.



### *Capacità di apprendimento*

Ogni argomento verrà trattato prima da un punto di vista teorico, poi verrà sviluppato praticamente attraverso delle esperienze in laboratorio e i risultati ottenuti saranno poi vagliati attraverso test in itinere ed esercizi in laboratorio. Questo approccio dovrebbe sviluppare nello studente la capacità di interconnessione e quindi di apprendimento.

### **ENGLISH**

The exam aims to convey the basic knowledge of general and inorganic chemistry.

#### *Knowledge and understanding*

- atoms, the properties of the elements as a function of the electron configuration and the position in the periodic table, ionic and molecular compounds;
- the chemical formulas and nomenclature of the oxides, hydroxides, hydric acids, acids, bases, salts, molecular compounds, common use and their structure, with particular attention to the formation of intra- and intermolecular chemical bonds;
- the different states of matter and their changes;
- the classification of reactions and their balancing;
- the solutions and their properties. The principles of chemical equilibrium, acids, bases, salts, buffers and pH;
- the main physical-chemical properties of some elements and their compounds;
- the safety standards, use of glassware and small instruments which electronic scales and pH meters;
- laboratory techniques for the preparation of solutions and their qualitative and quantitative analyses.

#### *Applying knowledge and understanding*

- to identify, name and write formulas for inorganic compounds (oxides, hydroxides, hydric acids, acids, bases, salts, molecular compounds in common use);
- and to associate them with both the chemical bonds present that their state of aggregation. Predict the form, geometry and polarity of molecules;
- to know how to write and describe the qualitative and quantitative aspects for the preparation of a known strength solution and predict its pH;
- to know how to write and describe the qualitative and quantitative aspects (stoichiometric) of a chemical reaction;
- to know how to carry out simple experiments in a chemical laboratory;
- to know how to present the experimental data.

#### *Making judgements*

Ability to interpret knowledge and experimental data and to apply them in the right context. The in-itinere tests and exercises, as well as the experiments in the laboratory will offer the student the opportunity to evaluate and verify the knowledge acquired.

#### *Communication skills*

Acquisition of terminology and chemical knowledge. Sharing of equipment and spaces during the laboratory experiences will help the students to develop their ability of team working. The construction of graphs allows students to become familiar with scientific calculators, with electronic spreadsheets (e.g. Graphic or Excel) and will provide expertise on the presentation of experimental data according to scientific rigor.

#### *Learning skills*

Each topic covered will be treated first from a theoretical point of view, then it will be practically developed through experience in the laboratory and the results will be then examined by the appropriate tests and exercises. This approach will help the student to develop interconnection capacity and therefore learning.

### **Prerequisiti**

#### **ITALIANO**

Conoscenze della matematica di base (algebra di base, equazioni di I e II grado, potenze, logaritmi, esponenziali, notazione scientifica, cifre significative, grafici, ecc.) e della fisica di base (grandezze e unità di misura del Sistema Internazionale).



## ENGLISH

Knowledge of basic mathematics (basic algebra, equations of first and second degree, exponents, logarithms, exponential, scientific notation, scientific digits, graphs, etc.) and basic physics (physical quantities and units of the International System).

## Contenuti

### ITALIANO

*Principali argomenti trattati:*

TEORIA, 6 CFU - 48 ORE:

- Introduzione alla Chimica.
- La materia: gli stati di aggregazione, elementi e composti, sostanze pure e miscugli. Le trasformazioni fisiche e chimiche.
- Il modello atomico: le particelle subatomiche (elettroni, neutroni, protoni), il numero atomico, la massa atomica, gli isotopi.
- Stechiometria, la mole, calcoli di conversione massa-mole-numero di particelle.
- Configurazione elettronica e principio di Aufbau, principio di esclusione di Pauli, regola di Hund. Configurazione elettronica e proprietà periodiche.
- La tavola periodica: elementi, gruppi, periodi, regioni. Nomenclatura convenzionale e IUPAC.
- Le reazioni chimiche, loro classificazione e bilanciamento. Le soluzioni e le unità di misura della concentrazione. Calcoli stechiometrici.
- Il legame chimico: elettroni di valenza, formule di Lewis, Regola dell'ottetto e sue eccezioni.
- Legame ionico. Legame Covalente. Formule di struttura di Lewis, polarità di legame, elettronegatività, numero di ossidazione. Geometria molecolare. Ibridizzazione orbitale.
- Le reazioni di ossido-riduzione ed il loro bilanciamento.
- Gli stati della materia: gas, liquidi e solidi. Forze intra- e intermolecolari. Processi esotermici ed endotermici.
- L'equilibrio chimico e la legge di azione di massa. La costante di equilibrio, quoziente di reazione, principio di Le Chatelier.
- Equilibrio acido-base: definizione di acido e di base (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis), forza, reattività. Equilibrio di autoionizzazione dell'acqua, pH e pOH. Calcoli stechiometrici.
- Equilibri di idrolisi dei sali e soluzioni tampone. Calcoli stechiometrici.
- Equilibri di solubilità: la Kps. Previsione della precipitazione di un sale ed effetto dello ione in comune. Calcoli stechiometrici.

*Attività laboratoriali:*

LABORATORIO, 4 CFU - 48 ORE:

- Introduzione al laboratorio. Norme e dotazioni di sicurezza.  
Esperienza. Attrezzatura e vetreria per laboratorio: uso, pulizia e manutenzione.
- Classificazione e proprietà della materia. Miscela, solubilità e miscibilità.  
Esperienza: test di solubilità e miscibilità
- Grandezze fisiche e misure, unità di misura e conversioni, trattamento dei dati.
- Le reazioni chimiche. Bilanciamento e classificazione  
Esperienza: previsione e riconoscimento di reazioni in soluzione.
- Le soluzioni, unità di misura della concentrazione.
- Acidi e basi, la scala del pH, soluzioni tampone. Analisi volumetrica. Principi generali, titolazioni acido-base, curve di titolazione.  
Esperienza: preparazione di soluzioni e misura del pH.  
Esperienza: titolazioni acido-base.  
Esperienza: proprietà delle soluzioni tampone.

## ENGLISH

*Main covered topics:*

THEORY, 6 CFU- 48 HOURS:

- Introduction to chemistry.
- The matter: aggregation states, elements and compounds, substances and mixtures. The physical and chemical transformations.
- The atomic model: the subatomic particles (electrons, neutrons, protons), atomic number, atomic mass, isotopes.
- Stoichiometry, mole, mass to mole and particles' number conversion
- Electronic configuration, Aufbau principle, Pauli exclusion principle, Hund's rule, periodic properties.



- The periodic table: elements, groups, periods, regions. Traditional and IUPAC nomenclature.
- Classification of chemical reactions and balancing of the chemical equations. The solutions, solubility, unit of measurement of concentration. Limiting reactant. Stoichiometric calculations.
- The chemical bond: valence electrons, Lewis structures, octet rule and exceptions.
- Ionic bond. Covalent bond. Polarity of bond, electronegativity, oxidation number. Molecular geometry (VSEPR model). Orbital hybridization.
- The redox reactions and their balancing.
- The states of matter: gas, liquid and solid. Intra- and intermolecular forces. Exothermic and endothermic processes.
- Chemical equilibrium and the law of mass action. The equilibrium constant (K), reaction quotient (Q), Le Chatelier's principle.
- Acid-base equilibria: acid and base definition (Arrhenius, Bronsted-Lowry, Lewis), strength, reactivity. Water autoionization, pH and pOH. Stoichiometric calculations.
- Hydrolysis equilibria of salts and buffer solutions. Stoichiometric calculations
- Solubility equilibria: the solubility product (K<sub>ps</sub>). Common ion effect. Stoichiometric calculations.

#### Laboratory activities:

#### LABORATORY, 4 CFU - 48 HOURS:

- Introduction to the laboratory. Standards and safety equipment.  
Laboratory: glassware and equipment: use, cleaning and maintenance.
- Classification and properties of matter. Mixtures, solubility and miscibility.  
Laboratory: miscibility and solubility tests.
- Physical quantities and their measurement, units of measure and conversions, data processing.
- Chemical reactions. Balancing and classification.  
Laboratory: prediction and identification of reactions in solution.
- Solutions, units of concentration.
- Acids and bases, the pH scale, buffer solutions. Volumetric analysis. General principles, acid-base titrations and realtive curves.  
Laboratory: preparation of solutions, pH measurement.  
Laboratory: acid-base titrations.  
Laboratory: properties of buffer solutions.

#### Metodi didattici

##### ITALIANO

Il corso si svolge nel primo semestre del primo anno e ha una durata di circa 13 settimane. Il corso è articolato in lezioni frontali, esercitazioni di stechiometria, e 6-7 esperienze di laboratorio.

Le lezioni in aula sono comprensive di esercitazioni e test di verifica e sono accompagnate da attività di tutorato da parte di un tutor selezionato.

##### ENGLISH

The course takes place in the first semester of the first year and lasts for about 13 weeks. The course consists of lectures, exercises in stoichiometry, and 6-7 laboratory experiments.

The lectures are inclusive of exercises and tests and are accompanied by tutoring action by a tutor.

#### Verifica dell'apprendimento

##### ITALIANO

La valutazione dello studente per il modulo di Chimica Generale prevede una prova scritta relativa al programma svolto durante le lezioni frontali e le esercitazioni di laboratorio.

Il punteggio della prova d'esame è attribuito mediante un voto in trentesimi. Sul voto finale fattori quali la partecipazione dello studente alle lezioni, alle esercitazioni e al lavoro individuale all'interno del gruppo di lavoro in laboratorio e le relazioni di laboratorio verranno considerati.

Nella valutazione la determinazione del voto finale tiene conto dei seguenti elementi:

1. la correttezza della procedura individuata per la soluzione del quesito;
2. la chiarezza nella presentazione della soluzione;
3. la logica seguita nella risoluzione;
4. l'adeguatezza della soluzione in relazione alle competenze che lo studente si presuppone abbia acquisito alla fine del corso;
5. l'impiego di un adeguato linguaggio.



Il soddisfacimento degli aspetti n. 1 e 2 è condizione necessaria per il raggiungimento di una valutazione pari a 18/30. I voti fino al 27/30 verranno attribuiti se verranno soddisfatti i primi 4 aspetti. I voti superiori a 27/30 verranno attribuiti agli studenti le cui prove soddisfino tutti i 5 aspetti.

In dettaglio:

30/30 cum laude. Lo svolgimento della prova scritta è corretto. Sono stati descritti chiaramente tutti i passaggi. Sono stati applicati metodi rigorosi per la risoluzione degli esercizi. Lo studente ha partecipato attivamente alle attività laboratoriali dimostrando eccellenti capacità pratiche e critiche. Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono eccellenti.

28-30/30 Lo svolgimento della prova scritta è corretto. Sono stati descritti chiaramente tutti i passaggi. Sono stati applicati metodi rigorosi di soluzione. Lo studente ha partecipato alle attività laboratoriali dimostrando ottime capacità pratiche. Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono ottime.

25-27/30 Lo svolgimento della prova scritta risulta corretto con qualche imprecisione su qualche esercizio. Lo studente ha partecipato alle attività laboratoriali dimostrando buone capacità pratiche. Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono buone anche se non particolarmente ricche di dettagli.

22-24/30 Lo svolgimento della prova scritta è affetto da alcuni errori, spesso di distrazione, e talvolta gli esercizi ed i temi non risultano completi anche se comunque correttamente impostati. Lo studente ha dimostrato di saper lavorare in gruppo e di poter svolgere semplici esperimenti in laboratorio. Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono adeguate.

18-21/30. Lo svolgimento della prova scritta è affetto da diversi errori, spesso di distrazione, e talvolta gli esercizi ed i temi non risultano completi, anche se comunque correttamente impostati. Lo studente ha dimostrato di sapere lavorare in gruppo e di poter svolgere semplici esperimenti in laboratorio. Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono nel loro complesso appena sufficienti.

## ENGLISH

The student's assessment for General Chemistry includes a written examination about the program carried out and the experiments performed in the laboratory.

Other factors will contribute to the final mark, such as the student's participation during the lectures, tutorials and laboratory activities, and the laboratory reports.

For the final assessment, the following aspects will consider:

1. the procedure adopted for the solution of the question;
2. the logic followed by the student in the solution of the question;
3. the adequacy of the proposed solution in relation to the skills that the student is supposed to have acquired;
4. a suitable scientific language.

The satisfaction of the aspects n. 1 and n. 2 is a necessary condition for the achievement of a rating equal to 18/30. Marks up to 27/30 will be achieved if the first 4 aspects will be satisfied. Marks higher than 27/30 will be awarded to students whose exams meet all 5 aspects listed above.

In detail:

30/30 cum laude. The written test is correct. The student has clearly outlined all the steps of the exercises. Rigorous solution methods have been applied. The student has actively participated in laboratory activities showing excellent practical skills and critical sense.

28-30/30 The written test is correct. The student has clearly outlined all the steps. Rigorous solution methods have been applied. The student has actively participated in the laboratory activities showing very good practical skills. Skills, independent judgment, communication skills and ability to learn are very good.

25-27/30 The written test is correct with some inaccuracies on some exercises. The student has participated in the laboratory activities demonstrating good practical skills. Skills, independent judgment, communication skills and learning skills are good.

22-24/30 The written test is affected by some errors, and sometimes exercises and issues are not comprehensive. The student is able to work in a team and to perform simple laboratory experiments. Skills, independent judgment, communication skills and learning skills are adequate.

18-21/30 The written test is affected by a certain number of errors, and some exercises and issues are incomplete. The student is able to work in a team and to perform simple laboratory experiments. Skills, independent judgment, communication skills and ability to learn are sufficient.



## Fisica

SSD: **FIS/01**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **lezione e esercitazioni**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **52 (40 lezione e 12 esercitazioni)**

Tipo esame: **scritto**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso di Fisica è un insegnamento di livello elementare a carattere fenomenologico che introduce lo studente ad alcuni concetti di fisica classica ritenuti propedeutici allo studio dei meccanismi funzionali della biologia molecolare, cellulare e dei sistemi animali e vegetali.

L'obiettivo formativo generale è quello di far acquisire allo studente conoscenze, competenze ed abilità coerenti con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea declinate secondo i cinque Descrittori di Dublino. In dettaglio:

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Lo studente acquisirà conoscenze in merito ad alcuni selezionati argomenti di meccanica, fluidodinamica, elettrostatica/magnetismo e ottica utili alla comprensione di importanti capitoli della biologia, quali: la statica e la meccanica del moto, il funzionamento dei tessuti muscolari, la circolazione sanguigna, gli scambi energetici in sistemi viventi, la funzione respiratoria, le membrane biologiche, la comunicazione elettrica per la funzione nervosa, i fondamenti della visione e degli strumenti ottici di uso in biologia.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Lo studente sarà in grado di applicare quanto acquisito allo studio di discipline prettamente biologiche, quale ad esempio la fisiologia animale e vegetale, la biologia cellulare e la citologia. A tal fine, saranno discussi alcuni selezionati casi applicativi" e lo studente verrà guidato a sviluppare capacità di inquadramento ed interpretazione dei relativi problemi biologici secondo il linguaggio della fisica.

Lo studente dovrà, inoltre, sviluppare la capacità di descrivere un dato sistema biologico attraverso i meccanismi fisici elementari sottostanti la sua funzionalità.

In definitiva, le competenze acquisite dallo studente lo metteranno in grado di applicare principi fisici elementari alla comprensione di fenomeni e/o sistemi biologici e di elaborare semplici modelli fisici in grado di descriverli.

#### *Autonomia di giudizio*

Lo studente svilupperà l'autonomia di giudizio capace di consentirgli di selezionare il più appropriato concetto fisico da applicare al caso biologico di interesse.

Lo studente, infine, acquisirà la capacità di valutare criticamente, alla luce dei principi fisici elementari trattati nel corso, i risultati di discipline più prettamente biologiche (ad esempio la fisiologia).

#### *Abilità comunicative*

L'approccio didattico e le modalità di accertamento della conoscenza acquisita permetteranno allo studente di acquisire i rudimenti fondamentali del linguaggio scientifico e lo abitueranno a comunicare le nozioni e i metodi appresi, nonché a formalizzare specifici problemi biologici, in termini di semplici modelli fisici.

Il complesso di queste abilità comunicative renderà lo studente capace di sostenere una discussione dettagliata su tali modelli e relative soluzioni sia con interlocutori specialisti sia con pubblico generico.

#### *Capacità di apprendimento*

Le modalità didattiche di insegnamento stimoleranno lo studente ad integrare le nozioni sviluppate in questo corso sia con le conoscenze disciplinari acquisite da altri insegnamenti (in particolare la matematica e la fisiologia) sia con le informazioni acquisite da altre varie fonti. Gli consentiranno, altresì, di conseguire una visione ampia delle problematiche connesse all'analisi bio-fisica dei sistemi viventi. Inoltre, questo approccio consentirà allo studente di sviluppare le competenze necessarie per affrontare i successivi insegnamenti con un alto grado di autonomia.



## ENGLISH

The Physics course is an elementary-level, phenomenological teaching module designed to introduce students to selected concepts of classical physics that are considered foundational for understanding the functional mechanisms of molecular and cellular biology, as well as animal and plant systems. The overall educational goal is to help students acquire knowledge, skills, and abilities aligned with the learning objectives of the degree program, articulated according to the five Dublin Descriptors. Specifically:

### *Knowledge and Understanding*

Students will gain knowledge on selected topics in mechanics, fluid dynamics, electrostatics/magnetism, and optics, which are essential for understanding key aspects of biology, including: statics and the mechanics of motion, the functioning of muscle tissues, blood circulation, energy exchanges in living systems, respiratory function, biological membranes, electrical communication in nervous function, basics of vision and optical instruments used in biology.

### *Applying Knowledge and Understanding*

Students will be able to apply the acquired knowledge to the study of primarily biological disciplines, such as animal and plant physiology, cell biology, and cytology. To this end, selected case studies will be discussed, and students will be guided to develop skills in framing and interpreting related biological problems using the language of physics. Moreover, students will develop the ability to describe a given biological system through the elementary physical mechanisms underlying its functionality. Ultimately, the skills acquired will enable students to apply elementary physical principles to understand biological phenomena and/or systems and to develop simple physical models capable of describing them.

### *Making Judgments*

Students will develop the autonomy to select the most appropriate physical concepts to apply to the biological case at hand. Additionally, they will acquire the ability to critically evaluate, in light of the elementary physical principles addressed during the course, the outcomes of more biology-focused disciplines (e.g., physiology).

### *Communication Skills*

The teaching approach and methods of assessing acquired knowledge will enable students to grasp the fundamentals of scientific language. They will also become accustomed to communicating the concepts and methods learned and formalizing specific biological problems in terms of simple physical models. These communication skills will prepare students to engage in detailed discussions about such models and their solutions, both with specialists and with a general audience.

### *Learning Skills*

The teaching methods used in the course will encourage students to integrate the concepts developed here with knowledge acquired from other courses (particularly mathematics and physiology) and from various other sources. This will help them gain a broad perspective on the issues related to the biophysical analysis of living systems. Additionally, this approach will equip students with the necessary skills to tackle subsequent courses with a high degree of independence.

## Prerequisiti

### ITALIANO

#### Conoscenze

Per poter intraprendere proficuamente lo studio della Fisica lo Studente deve avere una conoscenza adeguata della matematica di base.

#### Abilità

Le necessarie abilità (acquisite da precedenti insegnamenti) riguardano la conoscenza operativa (problem solving) di algebra, trigonometria e geometria, nonché di elementari nozioni di analisi matematica. È utile aver già sviluppato capacità di pensiero quantitativo e di formalizzazione di un dato problema.

#### Competenze

Particolarmente importante è la capacità di calcolo pratico, di soluzione di elementari problemi di geometria, di comprensione degli ordini di grandezza dei fenomeni e di manipolazione numerica.

Valgono tutte le propedeuticità formali previste dal Regolamento didattico in vigore.



## ENGLISH

### Knowledge

To successfully undertake the study of Physics, students must have an adequate understanding of basic mathematics.

### Skills

The required skills (acquired through prior courses) include operational knowledge (problem-solving) in algebra, trigonometry, and geometry, as well as basic concepts of mathematical analysis. Developing quantitative reasoning and the ability to formalize a given problem is also beneficial.

### Competencies

Particularly important is practical calculation ability, solving elementary geometry problems, understanding the orders of magnitude of phenomena, and performing numerical manipulations. All formal prerequisites outlined in the current academic regulations apply.

## Contenuti

### ITALIANO

#### *Principali argomenti trattati:*

- Meccanica  
Generalità su grandezze fisiche, moti e quantità cinematiche; Forze, lavoro, energia potenziale; Principi della statica e della dinamica; Forze elastiche; Fisica dei fluidi; Elementi di fisica delle membrane.
- Fenomeni elettrici e magnetici  
Generalità sulle interazioni tra cariche elettriche; Potenziale elettrostatico e lavoro elettrico; Corrente elettrica, resistenze e condensatori; Campi magnetici generati da correnti; Interazioni magnetiche; Il fenomeno dell'induzione elettromagnetica; Cenni alle onde elettromagnetiche.
- Ottica  
Leggi della riflessione e della rifrazione; Cenni sul fenomeno dell'interferenza e della diffrazione; Lenti e microscopi.

Gli aspetti matematici del corso saranno ridotti al minimo strettamente indispensabile e alla dimostrazione formale sarà sempre preferita la deduzione fenomenologica di leggi e concetti.

## ENGLISH

#### *Main covered topics:*

- Mechanics  
Introduction to physical units, motion, and kinematics; Forces, work, potential energy; Elastic forces; Elementary fluid mechanics; Concepts about the physics of membranes.
- Electrostatics  
Interactions among electric charges; Electrostatic potential and work; Electric current, resistance and capacitor; Magnetic field and magnetic interactions; Electromagnetic induction; Concepts about electromagnetic waves.
- Optics  
Reflection and refraction phenomena; Interaction and diffraction; Lens and optical microscopy.

## Metodi didattici

### ITALIANO

TOTALE 52 ore: lezioni 40 h, esercitazioni guidate 12 h

La didattica verrà erogata prevalentemente in presenza, integrata e "aumentata" con strategie online, allo scopo di garantirne la fruizione in modo innovativo e inclusivo.

## ENGLISH

Lectures will be prevalently held in classrooms, also integrated with online teaching resources, by using specific online platforms managed by the University of Cagliari.

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

L'esame sarà scritto con una parte con domande a risposta multipla ed una parte con degli esercizi da svolgere e commentare. Per superare l'esame, riportare quindi un voto non inferiore a 18/30, lo studente deve dimostrare di aver acquisito una conoscenza sufficiente degli argomenti inerenti alla dinamica e fluidodinamica una conoscenza base degli argomenti di elettromagnetismo. Per conseguire un punteggio pari a 30/30 e lode, lo studente deve invece dimostrare di aver acquisito una conoscenza eccellente di tutti gli argomenti trattati durante il corso.



Se il risultato della prova risultasse positivo (minimo 18 in entrambe le prove) il voto sarà registrato salvo che lo studente richieda di sostenere l'esame.

I criteri di superamento dell'esame includono:

- correttezza e giustificazione della risposta nelle domande a risposta multipla
- svolgimento corretto degli esercizi e argomentazione sulle modalità di svolgimento
- dimostrazione di aver compreso e acquisito gli argomenti previsti dal programma

### ENGLISH

The exam will consist of a part with multiple-choice questions and a part with exercises to be completed and commented on. To pass the exam, achieving a score not lower than 18/30, the student must demonstrate sufficient knowledge of the topics related to dynamics and fluid dynamics as well as a basic understanding of electromagnetism. To achieve a score of 30/30 with honors, the student must instead demonstrate excellent knowledge of all the topics covered during the course.

If the result of the test is positive (minimum 18 in both parts), the grade will be recorded unless the student requests to retake the exam.

The criteria for passing the exam include:

- correctness and justification of the answer in multiple-choice questions
- correct completion of exercises and explanation of the solution methods

demonstration of understanding and acquisition of the topics covered in the program.



## Chimica Organica

SSD: **CHIM/06**

CFU: **8**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **72 (48 lezione e 24 laboratorio)**

Tipo esame: **scritto**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso si propone di fornire agli studenti una solida comprensione dei principi fondamentali della Chimica Organica, con particolare attenzione alla struttura, alla reattività e ai meccanismi di reazione dei principali gruppi funzionali, e di sviluppare competenze pratiche attraverso attività di laboratorio.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Gli studenti apprenderanno:

- La struttura molecolare e le proprietà chimiche dei principali gruppi funzionali organici (alcoli, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, ammine, ecc.).
- I meccanismi di reazione fondamentali della Chimica Organica: sostituzione nucleofila, addizione nucleofila ed elettrofila, eliminazione e reazioni radicaliche.
- La relazione tra struttura molecolare, polarità e proprietà fisiche (solubilità, punto di ebollizione, ecc.).
- I principi fondamentali della stereochimica, inclusi concetti di chiralità, isomeria e configurazione assoluta.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Gli studenti saranno in grado di:

- Applicare i principi della Chimica Organica per prevedere i prodotti delle reazioni e analizzarne i meccanismi.
- Identificare e caratterizzare i gruppi funzionali tramite test chimici ed esperimenti di laboratorio.
- Progettare e condurre sintesi organiche di base (ad esempio, esterificazione e saponificazione).
- Analizzare dati sperimentali per determinare la purezza e le proprietà chimiche dei composti.

#### *Autonomia di giudizio*

Gli studenti svilupperanno:

- La capacità di valutare la fattibilità di reazioni organiche e di selezionare metodi appropriati per la loro esecuzione.
- La competenza per analizzare criticamente i dati di laboratorio e identificare eventuali errori o limitazioni.
- La sensibilità verso i principi di sicurezza chimica e sostenibilità nei processi organici.

#### *Abilità comunicative*

Gli studenti acquisiranno:

- La capacità di redigere relazioni tecniche dettagliate e chiare sulle attività di laboratorio.
- Competenze per esporre e discutere i concetti di Chimica Organica con un linguaggio tecnico-scientifico adeguato.
- L'abilità di presentare argomenti specifici legati alla Chimica Organica in modo sintetico e strutturato.

#### *Capacità di apprendimento*

Gli studenti saranno in grado di:

- Consultare e comprendere manuali di riferimento e articoli scientifici nel campo della Chimica Organica.
- Applicare quanto appreso a contesti di studio più avanzati o specialistici.
- Risolvere problemi chimici in modo autonomo, consolidando le basi teoriche attraverso esercitazioni pratiche.



## ENGLISH

The course aims to provide students with a solid understanding of the fundamental principles of Organic Chemistry, with a particular focus on the structure, reactivity, and reaction mechanisms of the main functional groups, and to develop practical skills through laboratory activities.

### *Knowledge and understanding*

Students will learn:

- The molecular structure and chemical properties of the main organic functional groups (alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, amines, etc.).
- The fundamental reaction mechanisms in Organic Chemistry: nucleophilic substitution, nucleophilic and electrophilic addition, elimination, and radical reactions.
- The relationship between molecular structure, polarity, and physical properties (solubility, boiling point, etc.).
- The fundamental principles of stereochemistry, including concepts of chirality, isomerism, and absolute configuration.

### *Applying knowledge and understanding*

Students will be able to:

- Apply the principles of Organic Chemistry to predict reaction products and analyze their mechanisms.
- Identify and characterize functional groups through chemical tests and laboratory experiments.
- Design and conduct basic organic syntheses (e.g., esterification and saponification).
- Analyze experimental data to determine the purity and chemical properties of compounds.

### *Making judgements*

Students will develop:

- The ability to evaluate the feasibility of organic reactions and select appropriate methods for their execution.
- The skills to critically analyze laboratory data and identify potential errors or limitations.
- Awareness of chemical safety principles and sustainability in organic processes.

### *Communication skills*

Students will acquire:

- The ability to draft detailed and clear technical reports on laboratory activities.
- Skills to explain and discuss Organic Chemistry concepts using appropriate technical and scientific language.
- The ability to present specific topics related to Organic Chemistry in a concise and well-structured manner.

### *Learning skills*

Students will be able to:

- Consult and understand reference manuals and scientific articles in the field of Organic Chemistry.
- Apply their knowledge to more advanced or specialized areas of study.
- Solve chemical problems independently, reinforcing theoretical foundations through practical exercises.

## Prerequisiti

### ITALIANO

Lo studente deve avere una solida conoscenza di base della Chimica Generale. In particolare: orbitali atomici e molecolari; legame chimico: ionico, covalente, dativo, coordinativo; acidi e basi, pH, pKa; reazioni di ossidazione e riduzione.

### ENGLISH

The student must have a solid basic knowledge of General Chemistry. In particular: atomic and molecular orbitals; chemical bond: ionic, covalent, dative, coordinative; acids and bases, pH, pKa; oxidation and reduction reactions.

## Contenuti

### ITALIANO

#### STRUTTURA E PROPRIETÀ DEI COMPOSTI ORGANICI

- La struttura dell'atomo di carbonio e l'ibridazione ( $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ).
- Tipologie di legami chimici: sigma e pi-greco.
- Polarità, forze intermolecolari e loro influenza sulle proprietà fisiche (solubilità, punto di fusione, ecc.).
- Isomeria strutturale e stereoisomeria.



### REATTIVITÀ DEI GRUPPI FUNZIONALI

- Idrocarburi: alcani, alcheni, alchini e aromatici.
- Reazioni principali: sostituzione, addizione, eliminazione, reazioni radicaliche.
- Alcoli, fenoli ed eteri: reattività e applicazioni.
- Aldeidi e chetoni: addizione nucleofila e ossidoriduzioni.
- Acidi carbossilici e derivati: meccanismi di esterificazione e idrolisi.
- Ammine: proprietà di base e reattività.

### STEREOCHIMICA

- Concetti di chiralità e carbonio asimmetrico.
- Configurazioni R/S e proiezioni di Fischer.
- Isomeria conformazionale e configurazionale.
- Importanza della stereochemica nei meccanismi di reazione.

### INTRODUZIONE AI MECCANISMI DI REAZIONE

- Concetti di elettrofili e nucleofili.
- Reattività dei legami covalenti: omolisi ed eterolisi.
- Energia di attivazione e diagrammi di reazione.
- Esempi di meccanismi reattivi complessi.

#### *Attività laboratoriali:*

Le attività pratiche sono progettate per consolidare le conoscenze teoriche e sviluppare competenze operative.

#### 1. RICONOSCIMENTO DEI GRUPPI FUNZIONALI

- Identificazione di alcoli, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici e ammine tramite test qualitativi.
- Interpretazione dei risultati sperimentali.

#### 2. PREPARAZIONE DI FRAGRANZE

- Sintesi di esteri attraverso la reazione di esterificazione di Fischer.
- Purificazione dei prodotti e analisi delle loro proprietà chimico-fisiche.

#### 3. SAPONIFICAZIONE DI TRIGLICERIDI

- Reazione di saponificazione di oli e grassi.
- Analisi delle proprietà chimiche del sapone prodotto (pH, schiumosità, solubilità).

### ENGLISH

#### *Main covered topics:*

#### STRUCTURE AND PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS

- Structure of the carbon atom and hybridization (sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>).
- Types of chemical bonds: sigma and pi bonds.
- Polarity, intermolecular forces, and their influence on physical properties (solubility, melting point, etc.).
- Structural isomerism and stereoisomerism.

#### REACTIVITY OF FUNCTIONAL GROUPS

- Hydrocarbons: alkanes, alkenes, alkynes, and aromatics.
- Key reactions: substitution, addition, elimination, and radical reactions.
- Alcohols, phenols, and ethers: reactivity and applications.
- Aldehydes and ketones: nucleophilic addition and redox reactions.
- Carboxylic acids and derivatives: esterification and hydrolysis mechanisms.
- Amines: basic properties and reactivity.

#### STEREOCHEMISTRY

- Concepts of chirality and asymmetric carbon.
- R/S configurations and Fischer projections.
- Conformational and configurational isomerism.
- Importance of stereochemistry in reaction mechanisms.

#### INTRODUCTION TO REACTION MECHANISMS

- Concepts of electrophiles and nucleophiles.
- Covalent bond reactivity: homolysis and heterolysis.
- Activation energy and reaction diagrams.
- Examples of complex reaction mechanisms.



**Laboratory activities:**

Practical activities are designed to consolidate theoretical knowledge and develop operational skills.

**1. IDENTIFICATION OF FUNCTIONAL GROUPS**

- Identification of alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, and amines through qualitative tests.
- Interpretation of experimental results.

**2. FRAGRANCE PREPARATION**

- Synthesis of esters via the Fischer esterification reaction.
- Purification of products and analysis of their chemical and physical properties.

**3. SAPONIFICATION OF TRIGLYCERIDES**

- Saponification reaction of oils and fats.
- Analysis of the chemical properties of the produced soap (pH, foamability, solubility).

**Metodi didattici**

**ITALIANO**

Il corso prevede 48 ore di lezione frontale con esercitazioni e 24 ore di esercitazioni di laboratorio.

**ENGLISH**

The course includes 48 hours of lectures with exercises; 24 hours of laboratory exercises.

**Verifica dell'apprendimento**

**ITALIANO**

Criteri di valutazione.

Verifica con una prova scritta su tutti gli argomenti del programma svolto accompagnato da un eventuale prova orale.

Giudizio finale.

Il voto finale tiene conto dei seguenti fattori:

- a) conoscenza del linguaggio scientifico della Chimica Organica;
- b) nozioni possedute e capacità di collegare tali nozioni entro un quadro logico;
- c) capacità di collegare differenti quadri trovando i punti in comune in un disegno generale coerente.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra di aver acquisito poche nozioni e un livello superficiale con molte lacune; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare. Capacità di espressione grafica piuttosto stentata.

- b) Discreto (da 21 a 23/30)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune. accettabile padronanza del linguaggio scientifico. Discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità di espressione grafica accettabile.

- c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; significativa padronanza del linguaggio scientifico; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

- d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un'elevata padronanza del linguaggio scientifico. Bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

- e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

**ENGLISH**

The examination includes a written exam about all course topics supplemented by a possible oral test.

A written test about all topics of the program.



Final mark.

The final mark takes into account the following factors:

- a) knowledge of the scientific language of Organic Chemistry;
- b) ability to link the acquired knowledge within a logical framework;
- c) ability to connect different pictures by finding common points in a coherent overall design.

Consequently, the mark may be:

- a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The candidate demonstrates that he has reached a superficial level of notions with many gaps; elementary level in linking logical and consequential topics; inadequate graphic expression skills.

- b) Discreet (from 21 to 23/30)

The candidate demonstrates a discrete acquisition of notions, but a superficial understanding with some gaps. Acceptable knowledge of scientific language; acceptable graphic expression skills.

- c) Good (from 24 to 26)

The candidate demonstrates a rather broad knowledge of notions, moderate in-depth analysis, few gaps; good knowledge of scientific language; good synthesis and graphic expression skills.

- d) Great (from 27 to 29)

The candidate demonstrates a high level of knowledge of scientific language, a wide luggage of notions, with marginal gaps; remarkable expressive skills and a high level of knowledge of scientific language; high synthesis and graphic expression skills.

- e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a wide and deep knowledge, few irrelevant gaps; a strong attitude in making connections between different topics; great synthesis skills and great familiarity with graphic expression.

Praise is given to candidates well above the average and whose notional, expressive, conceptual and logical limits appear to be totally irrelevant.



## Chimica Fisica

SSD: **CHIM/02**

CFU: **7**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **68 (32 lezione e 36 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso si propone di trasmettere le conoscenze di base della chimica fisica.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

In generale, lo studente acquisirà capacità basate su fondamenti della chimica fisica. Durante il corso lo studente assimilerà la conoscenza dei parametri che descrivono i vari stati di aggregazione della materia, le loro trasformazioni, gli scambi energetici con l'ambiente con particolare riferimento alle reazioni chimiche (spontaneità, equilibrio, cinetica, catalisi.)

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Il corso fornirà allo studente nozioni teoriche per caratterizzare e comprendere l'evoluzione di sistemi chimici.

#### *Autonomia di giudizio*

Il corso ha l'intento di sviluppare la capacità di interpretare nozioni e dati in modo critico per inquadrare ogni argomento nel relativo campo di applicazione, sapendo quindi individuare il modo opportuno per la sua trattazione o la risoluzione.

#### *Abilità comunicative*

Il corso si prefigge di sviluppare la capacità di esporre in modo sintetico ed esauriente un argomento scientifico sia in forma scritta che orale.

#### *Capacità di apprendimento*

I concetti e le nozioni apprese dagli studenti conferiranno loro la capacità di applicare le conoscenze acquisite a sistemi reali e tematiche di attualità scientifica, e la curiosità di approfondire tali tematiche mediante studio individuale da testi specialistici e articoli scientifici in lingua inglese.

#### ENGLISH

The course aims to provide fundamental knowledge of physical chemistry.

#### *Knowledge and understanding*

In general, the student will achieve skills based on the fundamentals of physical chemistry. Throughout the course the student will acquire the knowledge of the parameters that describe the various aggregation states of the matter, their transformations, the energy exchanges with the environment, particularly those concerning the chemical reactions (spontaneity, equilibrium, kinetics and catalysis).

#### *Ability to apply knowledge and understanding*

The student will acquire the theoretical knowledge to characterize and understand the evolution of chemical systems.

#### *Autonomy of judgement*

The course is focused on developing the knowledge and ability to interpret data in a critical way to frame every argument in its scope, finding the appropriate way for its consideration, or resolution.

#### *Communication skills*

The course aims to develop the ability to present in a concise and comprehensive way a scientific subject both in written and oral form.



### *Learning ability*

The concepts and knowledge acquired by students will enable them to apply the knowledge gained to real systems and current scientific issues, as well as foster the curiosity to explore these topics further through independent study of specialized texts and scientific articles in English.

### **Prerequisiti**

#### **ITALIANO**

Si consiglia il superamento degli esami di chimica generale e chimica organica.

#### **ENGLISH**

It is recommended to have passed the exams in general chemistry and organic chemistry.

### **Contenuti**

#### **ITALIANO**

##### *Principali argomenti trattati:*

Gas ideali e miscele. Gas reali (Van der Waals, fattore di compressibilità). Variabili critiche, fluidi supercritici. Primo Principio, energia, lavoro, calore, principio conservazione energia, lavoro di espansione, trasformazioni reversibili e irreversibili, energia interna, entalpia, capacità termiche,  $C_p$  e  $C_v$ . Effetto Joule-Thompson, espansioni isoentalpiche, trasformazioni adiabatiche, isoterme, isobare, isocore. Entalpia standard, di reazione, di formazione e di combustione. Legge di Hess e di Kirchhoff. Secondo Principio, dispersione dell'energia, definizione termodinamica e statistica dell'entropia, entropia e disordine, processi reversibili e irreversibili. Distribuzione di Maxwell-Boltzman. Ciclo di Carnot, rendimento di una macchina termica. Terzo Principio. Entropia molare standard. Entropia assoluta. Lavoro massimo, lavoro utile, energia di Helmholtz e di Gibbs, dipendenza della funzione di Gibbs da temperatura e pressione. L'equilibrio chimico. Cinetica chimica. Velocità di reazione, ordine di reazione, reazioni di 1° e 2° ordine. Equazione di Arrhenius. Teoria del complesso attivato: curve energia potenziale/coordinata di reazione. Catalisi, fenomeni di adsorbimento, catalizzatori, catalisi omogenea ed eterogenea, catalisi enzimatica.

##### *Attività laboratoriali:*

Determinazione della viscosità dell'etanolo a diverse temperature con il viscosimetro di Ostwald e verifica dell'equazione di Arrhenius. Cinetica della reazione tra persolfato e ioduro. Determinazione degli ordini di reazione parziali. Determinazione della costante di velocità  $k$  e dei parametri di Arrhenius  $A$  e  $E_a$  della reazione di saponificazione dell'acetato di etile mediante conduttimetria. Determinazione della concentrazione micellare critica del tensioattivo sodio dodecilsolfato per via conduttimetrica.

#### **ENGLISH**

##### *Main Topics Covered:*

Ideal gases and mixtures, real gases (Van der Waals, compressibility factor), critical variables, and supercritical fluids. The First Law of Thermodynamics, energy, work, heat, the principle of energy conservation, expansion work, reversible and irreversible transformations, internal energy, enthalpy, heat capacities  $C_p$  and  $C_v$ . The Joule-Thomson effect, isenthalpic expansions, adiabatic, isothermal, isobaric, and isochoric transformations. Standard enthalpy of reaction, formation, and combustion, Hess's Law and Kirchhoff's Law. The Second Law of Thermodynamics, energy dispersion, thermodynamic and statistical definitions of entropy, entropy and disorder, reversible and irreversible processes, Maxwell-Boltzmann distribution, Carnot cycle, and thermal engine efficiency. The Third Law of Thermodynamics. Molar entropy and absolute entropy. Maximum work, useful work, Helmholtz and Gibbs energy. Dependence of the Gibbs function on temperature and pressure. Chemical equilibrium. Chemical kinetics, reaction rate, reaction order, first- and second-order reactions. Arrhenius equation, activated complex theory: energy profile/reaction coordinate curves. Catalysis, adsorption phenomena, catalysts, homogeneous and heterogeneous catalysis, and enzymatic catalysis.

##### *Laboratory Activities:*

Laboratory activities include the determination of ethanol viscosity at different temperatures using the Ostwald viscometer and verification of the Arrhenius equation. Other experiments involve studying the kinetics of the reaction between persulfate and iodide to determine partial reaction orders, determining the rate constant  $k$  and Arrhenius parameters  $A$  and  $E_a$  for the saponification of ethyl acetate via conductometry, and determining the critical micelle concentration of sodium dodecyl sulfate via conductometry.



### **Metodi didattici**

#### **ITALIANO**

Il corso è organizzato in lezioni frontali e in lezioni pratiche in laboratorio.

#### **ENGLISH**

The course is organized into lectures and practical laboratory sessions.

### **Verifica dell'apprendimento**

#### **ITALIANO**

Relazione finale al termine dell'esperienza di laboratorio.

La valutazione finale viene fatta mediante un colloquio e il voto finale tiene conto dei seguenti fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze.
- b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità.
- c) appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze.

Modalità espositiva:

- a) Capacità espressiva;
- b) Utilizzo appropriato della terminologia specifica della disciplina;
- c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
- d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e di istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
- e) Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- a) spirito critico;
- b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. Capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

#### **ENGLISH**

Final report at the end of the laboratory experience.



The final evaluation is done through an interview and the final grade takes into account the following factors:  
Quality of knowledge, skills, competencies possessed and/or demonstrated:

- a) appropriateness, correctness and congruence of knowledge.
- b) appropriateness, correctness and congruence of skills.
- c) appropriateness, correctness and congruence of skills.

Exhibition mode:

- a) Expressive ability;
- b) Appropriate use of discipline-specific terminology;
- c) Logical skills and consequentiality in the connection of contents;
- d) Ability to connect different topics by finding common points and establish a coherent general plan, i.e. taking care of the structure, organization and logical connections of the expository discourse;
- e) Ability to synthesize also through the use of the symbolism of the subject and the graphic expression of notions and concepts, for example in the form of formulas, schemes, and equations.

Relational qualities:

Availability to exchange and interact with the teacher during the interview.

Personal qualities:

- a) critical spirit;
- b) self-evaluation ability.

Consequently, the judgment can be:

a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The candidate demonstrates little acquired knowledge, a superficial level, and many gaps. Modest expressive skills, but still sufficient to support a coherent dialogue; logical and consequential skills in connecting elementary level topics; poor synthesis ability and rather limited graphic expression ability; poor interaction with the teacher during the interview.

b) Fair (from 21 to 23)

The candidate demonstrates a good acquisition of knowledge, but little depth, and few gaps; expressive skills more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of scientific language; logical and consequential skills in connecting topics of moderate complexity; more than sufficient synthesis ability and acceptable graphic expression ability.

c) Good (from 24 to 26)

The candidate demonstrates a rather broad range of knowledge, moderate depth, with small gaps; satisfactory expressive skills and significant mastery of scientific language; clearly detectable dialogical ability and critical spirit; good synthesis ability and more than acceptable graphic expression ability.

d) Excellent (from 27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive, well-in-depth knowledge base, with marginal gaps; notable expressive abilities and high mastery of scientific language; notable dialogic ability, good competence and relevant aptitude for logical synthesis; high synthesis and graphic expression skills.

e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a very extensive and in-depth knowledge base, any gaps are irrelevant; high expressive skills and high mastery of scientific language; excellent dialogue skills, strong ability to make connections between different topics; excellent synthesis ability and great familiarity with graphic expression. Honours are awarded to candidates who are clearly above average, and whose possible notional, expressive, conceptual or logical limitations are overall completely irrelevant.



## Citologia Animale e Zoologia

SSD: **BIO/06, BIO/05**

CFU: **9**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **84**

Tipo esame: **orale**

## Modulo di Citologia Animale con Laboratorio

SSD: **BIO/06**

CFU: **4**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **36 (24 lezioni e 12 laboratorio)**

## Modulo di Elementi di Zoologia

SSD: **BIO/05**

CFU: **5**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **48 (24 lezioni e 24 laboratorio)**

### Obiettivi

#### ITALIANO

#### Modulo di Citologia Animale con Laboratorio

Il modulo si propone di fornire agli studenti conoscenze di base sulle caratteristiche generali della cellula animale. Il corso propone inoltre lo studio delle principali tecniche per lo studio di cellule e tessuti e l'applicazione di tecniche di allestimento di vetrini istologici. Gli obiettivi descritti verranno perseguiti attraverso lo svolgimento di lezioni frontali ed attività di laboratorio.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Lo studente dovrà acquisire conoscenze di base sulle caratteristiche generali della cellula animale. Lo studente dovrà inoltre conoscere le caratteristiche del microscopio e le principali tecniche istologiche.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Attraverso le esercitazioni pratiche si applicheranno le conoscenze teoriche sulla cellula animale acquisite durante il corso.

#### *Autonomia di giudizio*

Lo studente, attraverso le schede di valutazione della didattica, sarà in grado di dare giudizi sui contenuti e le modalità di insegnamento. Attraverso tale strumento, lo studente avrà modo di verificare le conoscenze acquisite sulle tematiche oggetto di studio, al fine di colmare tempestivamente eventuali lacune.

#### *Abilità comunicative*

Lo studente dovrà acquisire capacità di comunicazione scritta e orale attraverso l'utilizzo di una corretta terminologia scientifica.



*Capacità di apprendimento*

Capacità di apprendere, mediante l'uso di testi di livello universitario, le conoscenze di base degli elementi cellulari animali.

**Modulo di Elementi di Zoologia**

Il modulo si propone di far acquisire agli studenti una preparazione di base sull'evoluzione degli organismi viventi, sui principi di classificazione, dei principali gruppi animali, nonché le competenze necessarie per il loro riconoscimento.

*Conoscenza e capacità di comprensione*

Acquisizione di conoscenze di base sulla diversità di invertebrati e vertebrati (in particolare acquatici). Conoscenza delle loro caratteristiche distintive morfo-funzionali.

*Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Acquisizione di competenze nella classificazione e riconoscimento di taxa di vertebrati e invertebrati attraverso analisi morfologiche comparative. Identificazione e classificazione di alcuni campioni rappresentativi di differenti taxa.

*Autonomia di giudizio*

Al termine del modulo gli studenti dovranno saper mettere in relazione le conoscenze e le competenze acquisite dimostrando di saper dare giudizi autonomi su tematiche scientifiche attuali e risvolti etici connessi.

*Abilità comunicative*

Lo studente dovrà acquisire capacità di comunicazione scritta e orale attraverso l'utilizzo di una corretta terminologia scientifica.

*Capacità di apprendimento*

Acquisizione, attraverso l'uso di testi di livello universitario, delle conoscenze di base sulla diversità animale, necessarie per la comprensione delle più recenti conoscenze scientifiche.

**ENGLISH**

**Module of Animal Cytology with Laboratory**

The module aims to provide students with basic knowledge on the general characteristics of animal cells. The course also proposes the study of the main techniques for the study of cells and tissues, and the preparation of a histological slide. The objectives described will be pursued by conducting lectures and laboratory activities.

*Knowledge and understanding*

The student must acquire basic knowledge on the general characteristics of the animal cell. The student must also know the characteristics of the microscope and the main histological techniques.

*Ability to apply knowledge and understanding*

The theoretical knowledge on animal cells acquired during the course will be applied through practical exercises.

*Making judgements*

The student, through the teaching evaluation sheets, will be able to give judgments on the contents and methods of teaching. Through this tool, the student will have the opportunity to verify the knowledge acquired on the topics under study, in order to promptly fill any gaps.

*Communication skills*

The student must acquire written and oral communication skills through the use of correct scientific terminology.

*Learning skills*

Ability to learn, through the use of university-level texts, the basic knowledge of animal cellular elements.



### **Module of Elements of Zoology**

The module aims to provide students with a basic background on the mechanisms of origin and evolution of living organisms, on principles of classification, of the main animal groups as well as the skills necessary for their recognition.

#### *Knowledge and understanding*

Acquisition of basic knowledge about the animal diversity of the main groups of invertebrates and vertebrates (especially aquatic). Knowledge of their morpho-functional characteristics.

#### *Applying knowledge and understanding*

Acquisition of skills regarding the classification and identification of taxa of vertebrates and invertebrates by comparative morphological analyses. Identification and classification of representative samples of the different taxa.

#### *Making judgements*

At the end of the module students will be able to connect the acquired knowledge and skills by demonstrating their ability to give independent judgments on current scientific issues.

#### *Communication skills*

The student must acquire written and oral communication skills through the use of correct scientific terminology.

#### *Learning skills*

Acquisition, through the use of university-level texts, of the essential theoretical knowledge on animal diversity, necessary for the understanding of the most recent scientific discovery.

### **Prerequisiti**

#### **ITALIANO**

Nozioni di base di Chimica generale.

#### **ENGLISH**

Basic notions of General Chemistry.

### **Contenuti**

#### **ITALIANO**

#### **Modulo di Citologia Animale con Laboratorio**

*Principali argomenti trattati:*

##### Lezioni frontali (3 CFU=24 ore):

Introduzione e principi di base della biologia cellulare. Sistemi di membrana cellulari. Citoplasma: compartimentazione, struttura e funzione degli organuli citoplasmatici (ribosomi, reticolo endoplasmatico liscio e rugoso, apparato di Golgi, lisosomi, perossisomi, mitocondri). Traffico vescicolare e meccanismi di endocitosi ed esocitosi. Citoscheletro e motilità cellulare. Adesione e comunicazione cellulare, giunzioni cellulari. Il nucleo: involucro nucleare, nucleoplasma e nucleoscheletro. Il genoma dei procarioti e degli eucarioti. Cromatina e cromosomi. Ciclo cellulare: Fase G1, fase S, Fase G2, Fase M: la mitosi. Controllo del ciclo cellulare, morte cellulare (necrosi e apoptosi). Meiosi e riproduzione sessuale.

##### *Attività laboratoriali:*

##### Esercitazioni pratiche in laboratorio (1CFU=12 ore):

Il corso teorico viene integrato con attività di laboratorio individuale. Nello specifico, gli studenti realizzeranno il prelievo di tessuti, ai fini dell'allestimento di un vetrino istologico assistendo alle diverse fasi (fissazione, disidratazione, inclusione, taglio al microtomo), la colorazione e l'osservazione al microscopio ottico. Allestimento e colorazione di uno striscio di sangue animale e osservazione al microscopio ottico.



### **Modulo di Elementi di Zoologia**

*Principali argomenti trattati:*

#### Lezioni frontali (3 CFU=24 ore)

Teorie e meccanismi dell'evoluzione. Concetto di specie e popolazione. Speciazione. Nomenclatura binomiale, classificazione gerarchica. I Domini, i Regni. Sviluppo ontogenetico, simmetria, metamorfosi. Riproduzione sessuale e asessuale. I caratteri sessuali primari e secondari; dimorfismo sessuale. Gonocorismo ed ermafroditismo. Interazione tra organismi: Simbiosi, Mutualismo, Commensalismo, Parassitismo e Mimetismo. Principali caratteristiche degli organismi acquatici appartenenti ai seguenti taxa: Poriferi, Cnidari, Ctenofori, Rotiferi, Brachiopodi, Nematodi, Molluschi, Anellidi, Artropodi, Echinodermi e Cordati.

*Attività laboratoriali:*

#### Esercitazioni pratiche in laboratorio (2CFU= 24 ore):

Caratteristiche generali delle classi dei Vertebrati. Uso delle tavole dicotomiche per l'Identificazione e classificazione delle principali specie di pesci (teleostei e selaci). Analisi comparativa, identificazione e classificazione di campioni conservati con approfondimento di alcuni invertebrati acquatici di interesse commerciale. Visita guidata al Museo zoologico di Cagliari

### **ENGLISH**

#### **Module of Animal Cytology with Laboratory**

*Main topics covered:*

Lectures (3 CFU = 24 hours):

Introduction and basic principles of cell biology. Cell membrane systems. Cytoplasm: compartmentalization, structure and function of cytoplasmic organs (ribosomes, smooth and rough endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, lysosomes, peroxisomes, mitochondria). Vesicular traffic and mechanisms of endocytosis and exocytosis. Cytoskeleton and cell motility. Cell adhesion and communication, cell junctions. The nucleus: nuclear envelope, nucleoplasm and nucleoskeleton. The genome of prokaryotes and eukaryotes. Chromatin and chromosomes. Cell cycle: G1 phase, S phase, G2 phase, M phase: mitosis. Control of the cell cycle, cell death (necrosis and apoptosis). Meiosis and sexual reproduction.

*Practical laboratory exercises (1CFU = 12 hours):*

The theoretical course is integrated with individual laboratory activities. Specifically, students will perform tissue sampling, for the purpose of preparing a histological slide, assisting in the various phases (fixation, dehydration, inclusion, microtome cutting), staining and observation under the optical microscope. Preparation and staining of an animal blood smear and observation under the optical microscope.

#### **Module of Elements of Zoology**

*Main topics covered:*

Lectures (3 CFU = 24 hours):

Theories and mechanisms of evolution. Species and population concept. Speciation. Binomial nomenclature, hierarchical classification. Domains, Kingdoms. Ontogenetic development, symmetry, metamorphosis. Sexual and asexual reproduction. Primary and secondary sexual characters; sexual dimorphism. Gonochorism and hermaphroditism. Interaction between organisms: Symbiosis, Mutualism, Commensalism, Parasitism and Mimicry. Main characteristics of aquatic organisms belonging to the following taxa: Porifera; Cnidarians, Ctenophores, Rotifers, Brachiopods, Nematodes, Molluscs; Annelids, Arthropods, Echinoderms and Chordates.

*Practical laboratory exercises (2CFU = 24 hours):*

General characteristics of the Vertebrate classes. Use of dichotomous tables for the identification and classification of the main fish species (teleosts and selachians). Comparative analysis, identification and classification of preserved specimens with in-depth study of some aquatic invertebrates of commercial interest. Guided tour of the Cagliari Zoological Museum.

### **Metodi didattici**

#### **ITALIANO**

#### **Modulo di Citologia Animale con Laboratorio**

3 CFU di lezioni frontali con il supporto di presentazioni in power point, filmati e animazioni.

1 CFU di laboratorio: Esercitazioni pratiche che tendono a rinforzare e stabilizzare le nozioni trasmesse durante le lezioni vengono svolte in laboratori dotati di microscopi ottici e della strumentazione necessaria



(cappe chimiche, cappe biologiche a flusso laminare, centrifughe, vetreria, plastica monouso e reagenti chimici).

### **Modulo di Elementi di Zoologia**

3 CFU di lezioni frontali con il supporto di presentazioni in power point, filmati e animazioni.

2 CFU di laboratorio. Le esperienze di laboratorio saranno prevalentemente concernenti la classificazione di campioni animali conservati per alcuni dei quali lo studente si avvarrà di specifiche tavole dicotomiche.

### **ENGLISH**

#### **Module of Animal Cytology with Laboratory**

3 CFU of frontal lessons with the support of PowerPoint presentations, films and animations.

1 CFU of laboratory: Practical exercises that tend to reinforce and stabilize the notions transmitted during the lessons, are carried out in laboratories equipped with optical microscopes and the necessary instrumentation (chemical hoods, laminar flow biological hoods, centrifuges, glassware, disposable plastic and chemical reagents).

#### **Module of Elements of Zoology**

Lectures with the support of PowerPoint presentations, short videos and animations. The laboratory experiences will mainly concern the classification of stored samples for which specific keys will be provided.

### **Verifica dell'apprendimento**

#### **ITALIANO**

La verifica dell'apprendimento include 4 test in itinere e 1 prova orale finale.

#### **CRITERI DI VALUTAZIONE**

##### **Giudizio finale**

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze
- b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità
- c) appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze

Modalità espositiva:

- a) Capacità espressiva;
- b) Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
- c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
- d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo; e) Capacità di sintesi mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- a) spirito critico;
- b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- b) Discreto (da 21 a 23/30)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

- c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.



d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

The evaluation, in Italian, includes 4 ongoing tests and 1 final oral test.

### FINAL JUDGEMENT

The final grade takes into account several factors:

Quality of the knowledge, skills, competences:

- appropriateness, accuracy and consistency of knowledge
- appropriateness, accuracy and consistency of abilities
- appropriateness, accuracy and consistency of ability to apply knowledge and understanding

Communication skills:

- Ability of expression;
- Proper use of the specific language of the discipline;
- Logical skills and inherent consequentiality in communicating;
- Ability to connect different subjects by finding the common points and establish a consistent overall design, i.e. taking care of structure, organization and logical connections of speech;
- Ability to summarize also through the use of specific symbolism of each discipline and graphic expression of ideas and concepts, for example in form of formulas, schemes, equations.

Relational qualities:

Availability to exchange and interact with the teacher during the interview.

Personal qualities:

- critical thinking;
- ability of self-evaluation.

Consequently, the judgment can be:

a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The candidate demonstrates little acquisition of theoretical knowledge, superficial level, many gaps. Modest communicative abilities, but still sufficient to support a coherent dialogue, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of elementary level; poor capacity of synthesis and rather stunted ability of graphical expression, scanty interaction with the teacher during the interview.

b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a moderate acquisition of knowledge but lack of expatiation, a few gaps; communicative abilities more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of the scientific language, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of moderate complexity, good enough capacity of synthesis and acceptable ability of graphical expression.

c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large wealth of knowledge, moderate in-depth, with small gaps; satisfactory mastery of the communicative abilities and meaningful scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity of synthesis and more than acceptable ability of graphical expression.

d) Very Good (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive wealth of notions, high in-depth, with marginal gaps; remarkable ability in communicating and high mastery of scientific language; remarkable dialogical capacity, good competence and relevant aptitude for logical synthesis, high capacity of synthesis and graphical expression.



e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a wealth of very extensive and in-depth knowledge, irrelevant gaps, high capacity and high mastery in communicating through the scientific language; excellent dialogical ability and marked aptitude to make connections among different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the graphical expression.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, logical limits, if any, as a whole are completely irrelevant.



## Botanica

SSD: **BIO/01, BIO/02**

CFU: **9**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **84 (48 lezione e 36 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

## Modulo di Botanica Generale

SSD: **BIO/01**

CFU: **4**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **36 (24 lezione e 12 laboratorio)**

## Modulo di Botanica Sistemática

SSD: **BIO/02**

CFU: **5**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **48 (24 lezione e 24 laboratorio)**

### Obiettivi

#### ITALIANO

##### Modulo di Botanica Generale

Il modulo si propone di fornire gli elementi di base relativi alla biologia e alla genetica vegetale, con particolare riferimento agli aspetti essenziali delle produzioni biotecnologiche.

##### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Comprendere le peculiarità del modello cellulare vegetale con particolare focus agli adattamenti alla vita sommersa degli ambienti salmastri e marini. Acquisire le basi sui meccanismi di comunicazione cellulare, di crescita e differenziamento, di riproduzione e trasmissione dei caratteri nei vegetali.

##### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Nello specifico lo studente dovrà essere in grado di:

Conoscere e saper usare diversi tipi di microscopia e saper allestire, osservare al microscopio e commentare preparati cito-istologici

Saper individuare ed interpretare l'organizzazione di aggregati cellulari nella costituzione degli organismi vegetali e le loro caratteristiche riproduttive.

Comprendere le interazioni degli organismi vegetali con l'ambiente e con altri organismi di importanza biotecnologica, come funghi e batteri.

##### *Autonomia di giudizio*

Interpretazione e comparazione di dati scientifici.

##### *Abilità comunicative*

Capacità di elaborare e presentare con competenza e con proprietà di linguaggio quanto acquisito durante il corso ed osservato in laboratorio.



### *Capacità di apprendimento*

Acquisizione di adeguati strumenti conoscitivi per l'approfondimento e l'aggiornamento continuo delle conoscenze

### **Modulo di Botanica Sistemática**

Obiettivo del modulo, da ottenersi attraverso la frequenza delle lezioni, dei laboratori, l'analisi critica dei testi di riferimento e gli approfondimenti attraverso le escursioni in campo, sarà consentire allo studente di maturare esperienze e consolidare basi teoriche relative alle tematiche della Botanica sistematica e la filogenesi vegetale con particolare riferimento alle idrofite e igrofite caratterizzanti gli ecosistemi acquatici marini, gli stagni e lagune costiere, i bacini endoreici, gli stagni temporanei, i corsi d'acqua, i laghi e i bacini artificiali.

### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Gli studenti svilupperanno una conoscenza approfondita della sistematica e filogenesi delle piante acquatiche, con particolare attenzione alle idrofite e igrofite, imparando a classificarle e inquadrarle tassonomicamente in vari ecosistemi acquatici (marini, lagunari, lacustri e fluviali). Approfondiranno gli adattamenti morfologici che distinguono le piante acquatiche da quelle terrestri, analizzando i processi biotici e abiotici che ne influenzano la vita e l'interazione con l'ambiente. Sarà inoltre esplorato il loro ruolo come bioindicatori per valutare la qualità delle acque.

### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Gli studenti acquisiranno competenze nel rilevamento e nella classificazione della flora acquatica, utilizzando metodologie floristiche e tassonomiche adeguate per analizzare la biodiversità e studiare le popolazioni vegetali negli ecosistemi acquatici. Le attività pratiche includeranno l'identificazione di specie tipiche di ambienti come stagni, laghi, fiumi e aree costiere, attraverso chiavi analitiche.

In particolare, le competenze acquisite durante il corso consentiranno alle studentesse e agli studenti di:

- ✓ avere una conoscenza approfondita della biodiversità delle piante acquatiche e dei principali gruppi tassonomici;
- ✓ saper impostare il rilevamento floristico degli ecosistemi acquatici;
- ✓ sviluppare competenze nella determinazione delle specie caratterizzanti gli ecosistemi acquatici;
- ✓ conoscere la biologia riproduttiva di tali specie;
- ✓ approfondire il ruolo ecologico della flora vascolare negli ecosistemi acquatici;
- ✓ individuare le potenzialità delle specie in relazione al fitorisanamento e la fitodepurazione in particolare;
- ✓ individuare le tecniche di monitoraggio, studio popolazionale e demografico relative alle specie d'interesse conservazionistico;
- ✓ conoscere le strategie di conservazione ex situ ed in situ di queste specie.

### *Autonomia di giudizio*

Gli studenti saranno formati per sviluppare un approccio critico nell'interpretazioni dati raccolti in laboratorio e sul campo, valutando la biodiversità e lo stato di conservazione delle specie acquatiche per sviluppare strategie di monitoraggio e conservazione. Verrà promossa l'autonomia nella scelta e applicazione delle metodologie di studio più idonee, con particolare attenzione a tecniche per il monitoraggio delle popolazioni vegetali acquatiche e per l'analisi delle dinamiche demografiche.

### *Abilità comunicative*

Capacità di comunicare con efficacia le conoscenze acquisite sugli ecosistemi acquatici a interlocutori di diversa formazione, inclusi esperti del settore e divulgatori scientifici. Particolare attenzione sarà data alla capacità di trasferire concetti relativi alla gestione degli ecosistemi acquatici in contesti educativi e divulgativi.

### *Capacità di apprendimento*

Capacità di individuare e utilizzare fonti scientifiche e tecniche per approfondire e aggiornare continuamente le proprie conoscenze nel campo delle biotecnologie marine e della gestione degli ecosistemi acquatici.

## **ENGLISH**

### **Module of General Botany**

The course aims to provide basic knowledge of plant biology and genetics, with particular emphasis on the essential aspects of biotechnological production.



#### *Knowledge and understanding*

Understand the peculiarities of the plant cellular model, with a particular focus on adaptations to submerged life in brackish and marine environments. Acquire foundational knowledge of cellular communication mechanisms, growth and differentiation processes, reproduction, and the transmission of traits in plants.

#### *Applying knowledge and understanding*

Specifically, the student should be able to:

Understand and use different types of microscopy, as well as prepare, observe under a microscope, and analyze cytological and histological samples.

Identify and interpret the organization of cellular aggregates in the structure of plant organisms and their reproductive characteristics.

Understand the interactions of plant organisms with the environment and with other biotechnologically important organisms, such as fungi and bacteria.

#### *Making judgements*

Interpretation and comparison of scientific data.

#### *Communication Skills*

Ability to process and competently present the knowledge acquired during the course and observations made in the laboratory, using appropriate terminology.

#### *Learning skills*

Acquisition of appropriate knowledge tools for in-depth study and continuous updating of knowledge.

### **Module of Systematic Botany**

The objective of the module, to be achieved through attendance of lectures, laboratories, critical analysis of reference texts and in-depth analysis through field excursions, will be to allow the student to gain experience and consolidate theoretical bases related to the topics of systematic botany and plant phylogeny with particular reference to hydrophytes and hygrophytes characterizing marine aquatic ecosystems, coastal ponds and lagoons, endorheic basins, temporary ponds, watercourses, lakes and basins artificial.

#### *Knowledge and understanding*

Students will develop an in-depth knowledge of the systematics and phylogeny of aquatic plants, with particular attention to hydrophytes and hygrophytes, learning to classify them and taxonomically place them in various aquatic ecosystems (sea, lagoon, lake and river). They will delve into the morphological adaptations that distinguish aquatic plants from terrestrial ones, analysing the biotic and abiotic processes that influence their life and their interaction with the environment. Their role as bioindicators to evaluate water quality will also be explored.

#### *Applying knowledge and understanding*

Students will acquire skills in the detection and classification of aquatic flora, using appropriate floristic and taxonomic methodologies to analyse biodiversity and study plant populations in aquatic ecosystems. Practical activities will include the identification of typical species of environments such as ponds, lakes, rivers and marine coastal areas, through analytical keys.

In particular, the skills acquired during the course will allow students to:

- ✓ have an in-depth knowledge of the biodiversity of aquatic plants and the main taxonomic groups
- ✓ know how to set up the floristic survey of aquatic ecosystems
- ✓ develop skills in determining the species characterizing aquatic ecosystems
- ✓ know the reproductive biology of these species
- ✓ explore the ecological role of vascular flora in aquatic ecosystems
- ✓ identify the potential of the species in relation to phytoremediation and phytoremediation in particular
- ✓ identify monitoring techniques, population and demographic studies relating to species of conservation interest
- ✓ know the ex-situ and in-situ conservation strategies of these species.



## Prerequisiti

### ITALIANO

Conoscenze di base di Chimica Generale e Inorganica, Chimica organica e Biologia cellulare.

### ENGLISH

Basic knowledge of General and Inorganic Chemistry, Organic Chemistry, and Cell Biology.

## Contenuti

### ITALIANO

#### Modulo di Botanica Generale

##### *Principali argomenti trattati:*

Lezioni teoriche 3 CFU – 24 ore

Peculiarità degli organismi vegetali in confronto a quelli animali.

I compartimenti cellulari caratteristici della cellula vegetale:

La parete cellulare: composizione chimica e organizzazione; parete primordiale, primaria e secondaria; deposizione delle componenti di parete; ruolo nel differenziamento cellulare; ruolo nelle interazioni della cellula con l'ambiente esterno. I plastidi: caratteristiche morfo-funzionali dei diversi componenti della famiglia dei plastidi (cloroplasti, cromoplasti, leucoplasti, ezioplasti e proplastidi). Differenziamento e interconversione plastidiale. Trasmissione degli organelli. I cloroplasti e i fondamenti dell'autotrofia. Trasformazione del genoma plastidiale.

Il vacuolo: caratteristiche morfo-funzionali di questo comparto; ruolo nella crescita cellulare; ruolo metabolico del vacuolo; specializzazione spaziale e temporale.

Divisione cellulare. Caratteristiche del genoma nucleare vegetale. Peculiarità nel processo di divisione nei vegetali acquatici.

Differenziamento nei vegetali. Capacità rigenerative e totipotenza. Modificazioni e strategie di adattamento. Sviluppo della pianta e modalità di accrescimento.

Crescita finita e crescita indefinita.

Cenni di embriologia. I meristemi: meristemi apicali e meristemi laterali. L'organogenesi negli organismi vegetali. Caratteristiche riproduttive dei vegetali: riproduzione vegetativa e sessuale.

Alternanza di generazioni (aploide e diploide). Modelli aploidi nello studio delle funzioni geniche.

Interazioni Pianta-Ambiente acquatico. Interazione con fattori biotici. Interazione con organismi mutualisti e antagonisti. Interazione con fattori abiotici. Regolazione ambientale della crescita e della morfogenesi: risposte a luce (intensità, direzione, durata), temperatura, gravità. Tolleranza a stress.

##### *Attività laboratoriali:*

1 CFU – 12 ore

- allestimento preparati istologici vegetali a fresco.
- analisi morfologiche

#### Modulo di Botanica Sistematica

##### *Principali argomenti trattati:*

- Evoluzione dei sistemi tassonomici - Tassonomie gerarchiche e classificazione - Unità e ranghi tassonomici - Nomenclatura - Concetto di specie tassonomica e biologica - Classificazioni naturali e artificiali - Sistematica filogenetica.

- Sistematica e la filogenesi degli organismi vegetali marini e degli ecosistemi acquatici: Inquadramento tassonomico delle alghe e delle piante vascolari acquatiche, Caratteristiche morfologiche e differenze (adattamenti evolutivi) con piante terrestri e acquatiche;

- Processi biotici e abiotici che interessano gli organismi vegetali degli ecosistemi acquatici.

- Utilizzo degli organismi vegetali come bioindicatori per il monitoraggio della qualità delle acque;

- Monitoraggio, lo studio popolazionale e demografico delle popolazioni relative alle specie acquatiche d'interesse conservazionistico;

- Valutazione delle specie acquatiche d'interesse conservazionistico e minacciate;

- Metodiche di conservazione ex situ e in situ della flora degli ecosistemi acquatici.

##### *Attività laboratoriali:*

Identificazione di campioni di organismi vegetali acquatici.



## ENGLISH

### Module of General Botany

#### *Main topics covered:*

Theoretical Lectures 3 CFU – 24 Hours

Peculiarities of Plant Organisms Compared to Animals:

- Characteristic Compartments of Plant Cells:

- Cell Wall: Chemical composition and organization; primordial, primary, and secondary walls; deposition of wall components; role in cellular differentiation; role in interactions between the cell and its external environment.

- Plastids: Morphological and functional characteristics of various members of the plastid family (chloroplasts, chromoplasts, leucoplasts, etioplasts, and proplastids). Differentiation and plastid interconversion. Transmission of organelles. Chloroplasts and the fundamentals of autotrophy. Transformation of the plastid genome.

- Vacuole: Morphological and functional characteristics; role in cell growth; metabolic functions of the vacuole; spatial and temporal specialization.

- Cell Division:

Characteristics of the plant nuclear genome. Peculiarities of the division process in aquatic plants.

- Plant Differentiation:

Regenerative capacities and totipotency. Modifications and adaptation strategies.

Development of plants and modes of growth.

Finite and indefinite growth.

- Embryology Overview:

Apical and lateral meristems. Organogenesis in plant organisms.

Reproductive characteristics of plants: vegetative and sexual reproduction. Alternation of generations (haploid and diploid). Haploid models in the study of gene functions.

Plant-Aquatic Environment Interactions:

- Interaction with biotic factors.

- Interaction with mutualistic and antagonistic organisms.

- Interaction with abiotic factors.

Environmental regulation of growth and morphogenesis: responses to light (intensity, direction, duration), temperature, and gravity. Stress tolerance.

#### *Laboratory activities:*

1 CFU – 12 Hours

- Preparation of fresh plant histological specimens.
- Morphological analysis.

### Module of Systematic Botany

#### *Main topics covered:*

- Evolution of taxonomic systems - Hierarchical taxonomies and classification - Taxonomic units and ranks - Nomenclature - Concept of taxonomic and biological species - Natural and artificial classifications - Phylogenetic systematics.

- Systematics and phylogeny of marine plant organisms and aquatic ecosystems: Taxonomic framework of algae and aquatic vascular plants, Morphological characteristics and differences (evolutionary adaptations) with terrestrial and aquatic plants

- Biotic and abiotic processes that affect plant organisms in aquatic ecosystems.

Monitoring, population and demographic study of populations relating to aquatic species of conservation interest

- Evaluation of aquatic species of conservation interest and threatened

- Ex situ and in situ conservation methods of the flora of aquatic ecosystems.

#### *Laboratory activities:*

Identification of samples of aquatic plant organisms.

### Metodi didattici

#### ITALIANO

L'insegnamento si svolgerà con lezioni frontali che prevedono l'uso di presentazioni in PowerPoint e esercitazioni in laboratorio a posto singolo sui comparti della cellula vegetale. L'acquisizione delle conoscenze



e competenze pratiche potrà essere verificata mediante prove di autovalutazione in itinere con metodi innovativi che prevedono il coinvolgimento attivo degli studenti nel processo di apprendimento.

## ENGLISH

The course will be delivered through lectures using PowerPoint presentations, along with individual laboratory exercises focusing on the compartments of plant cells. The acquisition of knowledge and practical skills will be assessed through ongoing self-assessment tests, utilizing innovative methods that involve active student participation in the learning process.

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

Per la valutazione si procederà con un colloquio orale dove saranno valutate le conoscenze sugli argomenti del corso. I CFU del laboratorio saranno valutati contestualmente al colloquio orale per verificare le conoscenze e abilità acquisite. Inoltre, potrà essere prevista, unicamente alla fine del corso, 1 prova scritta su una parte del programma che si riterrà superata con voto minimo di 24/30 e rientrerà nella valutazione sino all'appello del mese di febbraio dell'anno successivo.

Giudizio finale

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze, delle abilità, delle competenze

Modalità espositiva, utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina, capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti. Organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo e capacità di sintesi.

Qualità personali:

a) spirito critico;

b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

b) Discreto (da 21 a 23/30)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

The evaluation will be conducted through an oral exam, where knowledge of the course topics will be assessed. The laboratory CFUs will be evaluated simultaneously with the oral exam to verify the knowledge and skills acquired. Additionally, a written test may be scheduled at the end of the course, covering part of the syllabus. The test will be considered passed with a minimum grade of 24/30 and will be included in the final evaluation until the February exam session of the following year.



### Final judgement

The final grade takes into account several factors:

Quality of the knowledge, skills, competences: appropriateness, accuracy and consistency of knowledge, of abilities, of ability to apply knowledge and understanding

Communication skills, proper use of the specific language of the discipline, logical skills and inherent consequentiality in communicating. Ability to connect different subjects by finding the common points and establish a consistent overall design, i.e. taking care of structure, organization and logical connections of speech and ability to summarize

Personal qualities:

- a) critical thinking;
- b) ability of self-evaluation.

Consequently, the judgment can be:

- a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The candidate demonstrates little acquisition of theoretical knowledge, superficial level, many gaps. Modest communicative abilities, but still sufficient to support a coherent dialogue, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of elementary level; poor capacity of synthesis and rather stunted ability of graphical expression, scanty interaction with the teacher during the interview.

- b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a moderate acquisition of knowledge but lack of expatiation, a few gaps; communicative abilities more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of the scientific language, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of moderate complexity, good enough capacity of synthesis and acceptable ability of graphical expression.

- c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large wealth of knowledge, moderate in-depth, with small gaps; satisfactory mastery of the communicative abilities and meaningful scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity of synthesis and more than acceptable ability of graphical expression.

- d) Outstanding (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive wealth of notions, high in-depth, with marginal gaps; remarkable ability in communicating and high mastery of scientific language; remarkable dialogical capacity, good competence and relevant aptitude for logical synthesis, high capacity of synthesis and graphical expression.

- e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a wealth of very extensive and in-depth knowledge, irrelevant gaps, high capacity and high mastery in communicating through the scientific language; excellent dialogical ability and marked aptitude to make connections among different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the graphical expression.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, logical limits, if any, as a whole, are completely irrelevant.



## Abilità Informatiche

SSD: **INF/01**

CFU: **3**

Tipo di attività didattica: **lezione e esercitazioni**

Anno di corso: **1°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **28 (16 lezione e 12 esercitazioni)**

Tipo esame: **scritto**

### Obiettivi

#### ITALIANO

##### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Lo studente apprenderà le basi dell'informatica e comprenderà come applicarne principi e metodologie nei più ampi usi della preparazione accademica e della vita professionale futura

##### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Lo studente sarà in grado di applicare le nozioni fondamentali dell'informatica e di essere in grado di applicare questa conoscenza nei più ampi contesti della formazione e del lavoro.

##### *Autonomia di giudizio*

Le competenze raggiunte dallo studente devono essere tali da garantire autonomia di giudizio nel trattamento e nell'interpretazione dei dati relativi ai domini di applicazione individuati dal corso.

##### *Abilità comunicative*

Lo studente deve essere in grado di presentare in modo chiaro e rigoroso le proprie analisi e relative conclusioni, sia in forma scritta che orale anche attraverso l'utilizzo dei principali applicativi software appresi durante il corso.

##### *Capacità di apprendimento*

Lo studente deve essere in grado di affrontare in modo autonomo ed efficace tutte le problematiche connesse all'informatica, in particolare l'elaborazione dei dati che si presenteranno nella vita professionale o negli studi successivi.

#### ENGLISH

##### *Knowledge and understanding*

The student will learn the basics of information technology and understand how to apply its principles and methodologies in the broader uses of academic preparation and future professional life

##### *Ability to apply knowledge and understanding*

The student will be able to apply the fundamental notions of informatics and to apply this knowledge in the broader contexts of either training or work.

##### *Autonomy of judgement*

The skills achieved by the student must be such as to guarantee autonomy of judgment in the processing and interpretation of data relating to the application domains identified by the course.

##### *Communication skills*

The students must be able to clearly and rigorously present their analyses and related conclusions, both in written and oral form, also by means of the main software applications learned during the course.

##### *Learning ability*

The student must be able to independently and effectively deal with all the problems related to information technology, in particular the processing of data that will arise in professional life or in subsequent studies.

### Prerequisiti

#### ITALIANO

L'unico prerequisito richiesto è il saper utilizzare in maniera basilare un computer.

È, infine, consigliata una conoscenza di base della matematica, e della lingua inglese.

#### ENGLISH

The only prerequisite is to know how to use a computer in a basic way.

Finally, a basic knowledge of mathematics and English language is recommended.



## Contenuti

### ITALIANO

*Principali argomenti trattati:*

- Struttura dell'elaboratore (Cenni Base)
- Software di elaborazione dei testi (Word)
- Software per fogli di calcolo (Excel)
- Software per presentazioni (PowerPoint)

### ENGLISH

*Main topics covered:*

- Computer structure
- Word processing software (Word)
- Spreadsheet software (Excel)
- Presentation software (PowerPoint)

## Metodi didattici

### ITALIANO

Lezioni di teoria e pratica: 28 ore

### ENGLISH

Theory Lessons and Exercises: 28 hours

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

Sono previste due prove parziali, una a metà corso e una a fine corso. La prima prova è strutturata nel seguente modo: domande a crocette e domande aperte relative ai concetti base dell'informatica, esercizi su trasformazioni (binario, decimale, esadecimale, ottale) e una prova di laboratorio relativa a Word. La seconda prova invece è strutturata con domande ed esercitazioni su Excel e Power Point

- Valutazione finale: media dei punti delle due prove intermedie

(punteggio massimo 31, lode se si supera il 30)

Per superare l'esame, riportare quindi un voto non inferiore a 18/30, lo studente deve dimostrare di aver acquisito una conoscenza sufficiente degli argomenti trattati nei vari moduli e di essere in grado di esporre in modo esauriente i contenuti del corso, sapendo gestire al meglio gli applicativi di Word, Excel e Power Point. Per conseguire un punteggio pari a 30/30 e lode, lo studente deve invece dimostrare di aver acquisito una conoscenza eccellente di tutti gli argomenti trattati durante il corso.

### ENGLISH

There are two mid-term assessments planned for this course, one halfway through and one at the end. The first assessment is structured as follows: multiple-choice questions and open-ended questions related to basic computer science concepts, exercises on transformations (binary, decimal, hexadecimal, octal), and a laboratory test related to Word. The second assessment, on the other hand, consists of questions and exercises on Excel and Power Point.

- Final evaluation: average of the points from the two mid-term assessments

(maximum score of 31, with honors if the score exceeds 30).

To pass the exam with a score not lower than 18/30, the student must demonstrate sufficient knowledge of the topics covered in the various modules and be able to explain the course content comprehensively, knowing how to effectively manage Word, Excel, and PowerPoint applications.

To achieve a score of 30/30 with honors, the student must demonstrate an excellent understanding of all topics covered during the course.



## Biologia Molecolare

SSD: **BIO/11**

CFU: **8**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **76 (40 lezione e 36 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti una conoscenza degli aspetti teorico-pratici della Biologia molecolare e delle biotecnologie ad essa legate per poter essere in grado di identificare, formulare e risolvere problemi complessi applicati alle scienze biotecnologiche. Il corso intende fornire inoltre le nozioni di base che possono dare allo studente la capacità di comprendere l'impatto della tecnologia e delle soluzioni tecniche nel contesto biotecnologico.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente le conoscenze sugli aspetti strutturali degli acidi nucleici e dei meccanismi molecolari che stanno alla base dei processi di replicazione, riparazione, trascrizione, regolazione dell'espressione genica e traduzione del DNA sia negli organismi procarioti che eucarioti. Il corso è inoltre articolato in modo da consentire allo studente di acquisire le conoscenze di base dei processi biologici legati alla costituzione del genoma umano e dei principali sistemi di analisi dello stesso. Tali conoscenze faciliteranno inoltre la sua capacità di comprensione di processi tecnologici legati ai laboratori biomedici.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Le conoscenze acquisite durante il corso permettono di fornire competenze di base relative all'impiego sperimentale di metodologie biomolecolari e biotecnologiche.

#### *Autonomia di giudizio*

Il corso si propone di stimolare nello studente una autonomia nella valutazione critica dei dati provenienti dalla letteratura scientifica e dalle esperienze in laboratorio.

#### *Abilità comunicative*

Il corso prevede il raggiungimento da parte dello studente di abilità nella comunicazione delle conoscenze acquisite, sia in contesti tecnici che scientifici, anche attraverso l'uso appropriato delle terminologie specifiche in ambito biomolecolare.

#### *Capacità di apprendimento*

Le conoscenze di base acquisite durante il corso forniscono gli strumenti per apprendere ed approfondire i diversi argomenti della biologia molecolare che fanno parte di questa disciplina in continua evoluzione.

### ENGLISH

#### *Knowledge and understanding*

The course aims to provide students with knowledge of the structural aspects of nucleic acids and the molecular mechanisms underlying the processes of DNA replication, repair, transcription, regulation of gene expression and translation in both prokaryotic and eukaryotic organisms.

The course is also structured to enable students to acquire a basic knowledge of the biological processes involved in the construction of the human genome and the main systems for its analysis. This knowledge will also facilitate their understanding of the technological processes involved in biomedical laboratories.

#### *Applying knowledge and understanding*

The knowledge acquired during the course provides basic skills in the experimental use of biomolecular and biotechnological methods.



### *Making judgements*

The course aims to stimulate in the student an autonomy in the critical evaluation of data from the scientific literature and laboratory experiences.

### *Communication skills*

The course provides for the student's attainment of skills in the communication of acquired knowledge, both in technical and scientific contexts, also through the appropriate use of specific terminologies in the biomolecular field.

### *Learning skills*

The basic knowledge acquired during the course provides the tools to learn and explore the various molecular biology topics that are part of this ever-evolving discipline.

## **Prerequisiti**

### **ITALIANO**

Per una migliore comprensione degli argomenti trattati durante il corso è indispensabile che lo studente conosca i principi di base delle materie biologiche e una buona conoscenza della chimica e della biochimica

### **ENGLISH**

For a better understanding of the topics covered during the course, it is essential that the student knows the basic principles of biological subjects and a good knowledge of chemistry and biochemistry.

## **Contenuti**

### **ITALIANO**

#### *Principali argomenti trattati:*

GLI ACIDI NUCLEICI. Struttura dei nucleotidi. Struttura del DNA e dell'RNA. Appaiamento delle basi secondo il modello di Watson e Crick. Strutture secondarie e terziarie. Topologia del DNA, topoisomerasi.

ORGANIZZAZIONE DEI GENI E DEI GENOMI. Caratteristiche strutturali e compattamento dei genomi procariotici, eucariotici e virali. Organizzazione e struttura dei genomi eucariotici (geni, pseudogeni, famiglie geniche, sequenze ripetute). Organizzazione del genoma dei mitocondri e dei cloroplasti. Organizzazione strutturale della cromatina: istoni e nucleosoma. Compattamento del DNA nel cromosoma in interfase e in metafase.

REPLICAZIONE DEL DNA. Meccanismo della replicazione del DNA, ed enzimi implicati, nei procarioti e negli eucarioti. Origini di replicazione in E.coli, sequenze ARS nel lievito. Regolazione dell'inizio e della terminazione della replicazione nei procarioti ed eucarioti. Telomeri e telomerasi.

DANNI A CARICO DEL DNA E MECCANISMI DI RIPARAZIONE. Mutazioni del DNA: lesioni spontanee e indotte da agenti chimici e fisici. Riparazione diretta, riparazione dei mismatch, riparazione per escissione, riparazione delle rotture della doppia elica.

TRASCRIZIONE E REGOLAZIONE DELL'ESPRESSIONE GENICA NEI PROCARIOTI. RNA Polimerasi batterica, promotori batterici. Biosintesi dell'RNA policistronico: fasi di inizio, allungamento, terminazione. Elementi di controllo della trascrizione: operone lattosio, operone triptofano.

TRASCRIZIONE E REGOLAZIONE DELL'ESPRESSIONE GENICA NEGLI EUCARIOTI RNA Polimerasi eucariotiche e sequenze promotore. Elementi regolatori a medio e lungo raggio. Fattori di trascrizione: apparato basale, attivatori e coattivatori della trascrizione. Principali domini di legame al DNA dei transattivatori. Processi implicati nel rimodellamento della cromatina: modificazioni istoniche post-traduzionali, varianti istoniche, complessi di rimodellamento della cromatina. Metilazione del DNA ed espressione genica. Ricombinazione somatica dei geni delle Immunoglobuline (indirizzo farmaceutico).

PROCESSAMENTO, MATURAZIONE DELL'RNA E REGOLAZIONI POST-TRASCRIZIONALI. Processamento degli rRNA e dei tRNA nei procarioti e negli eucarioti. Maturazione dell'hnRNA: capping, poliadenilazione, splicing, splicing alternativo. Editing, regolazione della stabilità e degradazione degli mRNA. RNA interference.

TRADUZIONE. Codice genetico. Aminoacil-tRNA-sintetasi, tRNA, ribosomi. Processo di inizio, allungamento e terminazione della sintesi proteica nei procarioti ed eucarioti. SMISTAMENTO DELLE PROTEINE E MODIFICAZIONI POST-TRADUZIONALI. Proteine di secrezione, di membrana, lisosomiali, destinate al citosol e agli organuli. Ripiegamento delle proteine: chaperones e chaperonine.

TECNICHE DI BASE DELLA BIOLOGIA MOLECOLARE. Estrazione degli acidi nucleici. PCR. Elettroforesi su gel. Melting e riassociazione del DNA. Sonde molecolari, ibridazione e applicazioni. Utilizzo dei microarray di DNA per analisi genetiche e studi di espressione. Enzimi di restrizione. Clonaggio genico, OGM. Sequenziamento del DNA secondo il metodo Sanger e Next Generation Sequencing.



**Attività laboratoriali:**

Estrazione di DNA, valutazione quantitativa e qualitativa del DNA, PCR, elettroforesi su gel di agarosio, Sequenziamento del DNA: interpretazione di elettroferogrammi. Introduzione ai principali database biologici, clonaggio genico (produzione di DNA ricombinante, trasformazione in cellule batteriche, espressione genica e purificazione della proteina). Test ELISA.

**ENGLISH**

*Main covered topics:*

**NUCLEIC ACIDS.** General concepts. Purine and pyrimidine, nucleotides structures, DNA and RNA structure. Double helix and base-pairing according to Watson and Crick's model (DNA B). Alternative DNA secondary structures (DNA A, DNA Z). DNA topology. Topoisomerase enzymes.

**GENES AND GENOMES ORGANIZATION.** Genome structure in prokaryotes. Exon/intron structure of genes, pseudogenes, gene families, DNA repeats in eukaryotic genomes; genetic code. The mitochondrial and chloroplast genome. Organization and structure of chromosomes. Histones, nucleosomes structure and chromatin organization.

**DNA REPLICATION.** DNA replication in prokaryotes and eukaryotes. Regulation of DNA replication in prokaryotes and eukaryotes. The origins of replication in *E. coli.* and in *S. Cerevisiae.* Telomeres and telomerases.

**DNA DAMAGE AND REPAIR.** DNA mutations. Mutagenic agents. Direct, mismatch, excision repair systems. Repair systems of DNA double strand breaks.

**TRANSCRIPTION AND TRANSCRIPTION REGULATORS IN PROKARYOTES.** Prokaryotic RNA Polymerase and bacterial promoters. Polycistronic mRNA biosynthesis: start phase, lengthening, termination. Gene regulation in prokaryotes: Lac and Tryptophan operons.

**TRANSCRIPTION AND CONTROL OF GENE EXPRESSION IN EUKARYOTES.** Eukaryotic RNA Polymerases and their promoters. Short-range and long-range regulatory elements. Transcription factors, DNA-binding domains in transcription factors. Post-translational histonic modifications, histonic variants, chromatin remodelling complexes. DNA Methylation and gene expression.

Immunoglobulin genes (pharmaceutical course).

**RNA MATURATION AND POST-TRANSCRIPTIONAL REGULATIONS.** Maturation of rRNA, tRNA in prokaryotes and eukaryotes. Maturation of eukaryotic mRNA: splicing, capping, poliadenylation. Alternative splicing, Autosplicing. RNA editing. Regulation of mRNA stability. RNA interference.

**TRANSLATION OF MOLECULAR INFORMATION: PROTEIN SYNTHESIS.** Genetic code, tRNA and aminoacyl-tRNA-synthetases. Ribosomes. Protein syntesis mechanisms in prokaryotes and eukaryotes.

**PROTEIN SORTING AND POST-TRANSLATIONAL MODIFICATIONS.** Secretion, membrane, lysosomal and organules' proteins. Protein glycosylation. Protein refolding: molecular chaperones.

**MOLECULAR BIOLOGY BASIC TECHNOLOGIES.** Nucleic acids extraction methods and gel electrophoresis. Polymerase Chain Reaction (PCR). Molecular Probes, Molecular Hybridization, Southern, Northern, Western Blotting. DNA microarrays for genetic analysis and gene expression studies. Restriction Enzymes, Gene Cloning Strategies. GMOs. DNA sequencing with Sanger method and Next Generation Sequencing

*Laboratory activities:*

Common topics: DNA extraction, DNA quantization, Polymerase Chain Reaction (PCR), agarose gel electrophoresis, DNA sequencing. Introduction to biological databases, Molecular cloning (production of recombinant DNA, bacterial transformation, gene expression, protein purification). ELISA test.

**Metodi didattici**

**ITALIANO**

Il corso ha una durata di 76 ore. Sono previste 40 ore di lezione in aula, in cui vengono affrontati tutti gli argomenti di biologia molecolare previsti dal programma. Tutti gli argomenti sono presentati con l'ausilio di immagini e animazioni multimediali.

Sono inoltre previste per ogni studente 36 ore di attività di laboratorio in cui si esegue l'estrazione del DNA con quantificazione allo spettrofotometro, l'allestimento di una reazione di PCR, la preparazione di gel di agarosio e corsa elettroforetica di campioni di DNA amplificato, esercizi interattivi sul disegno di primers per allestimento di PCR e con i principali database, la lettura di sequenze di DNA da elettroferogramma, il clonaggio genico.



## ENGLISH

The course lasts 76 hours. Teaching is represented by lectures (40 hours). All topics are explained with the help of images and multimedia animations.

In parallel with the lectures, 36 hours of laboratory activities for each student are provided for the extraction of DNA and its quantification with a spectrophotometer, preparation of a PCR reaction, preparation of a gel agarose electrophoresis, interactive exercises on PCR primers design and on some biological database, sequencing DNA analysis, molecular cloning and gene expression.

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

Durante la verifica dell'apprendimento verrà stabilito un giudizio che terrà conto di vari fattori quali la qualità delle conoscenze, la capacità di esporre le stesse in modo chiaro e con un utilizzo appropriato della terminologia scientifica, la capacità di collegare diversi argomenti organizzando logicamente il discorso espositivo, la capacità di sintesi.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

During the assessment of learning, a judgement will be established that will take into account various factors such as the quality of knowledge, the ability to present the same clearly and with appropriate use of scientific terminology, the ability to connect different topics by logically organising the expository discourse, and the ability to synthesise.

Accordingly, the assessment can be:

(a) Sufficient (18 to 20/30)

The candidate demonstrates few acquired notions, a superficial level, many gaps. modest expressive abilities, but nevertheless sufficient to sustain a coherent dialogue; logical abilities and consequentality in the connection of topics at an elementary level; poor ability to synthesise and rather stunted graphic expression; little interaction with the teacher during the interview.

b) Fair (21 to 23)

The candidate demonstrates discrete acquisition of notions, but little in-depth study, few gaps; more than sufficient expressive ability to sustain a coherent dialogue; acceptable command of scientific language;



logical ability and consequentiality in the connection of topics of moderate complexity; more than sufficient ability to synthesise and acceptable graphic expression.

c) Good (from 24 to 26)

The candidate demonstrates a fairly broad knowledge of the subject, moderate depth of knowledge, with small gaps; satisfactory expressive abilities and significant mastery of the scientific language; dialogue skills and critical spirit are well detectable; good synthesis skills and more than acceptable graphic expression.

d) Excellent (27 to 29)

The candidate demonstrates an extensive, well-in-depth knowledge of the subject, with marginal gaps; considerable expressive abilities and a high command of the scientific language; remarkable dialogical ability, good competence and relevant aptitude for logical synthesis; high capacity for synthesis and graphic expression.

e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a very broad and in-depth knowledge of the subject, any gaps irrelevant; high level of expressive ability and mastery of scientific language; excellent dialogue skills, marked aptitude for making connections between different topics; excellent ability to synthesise and great familiarity with graphic expression.

Honours are awarded to candidates who are clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual or logical limitations are on the whole irrelevant.



## Genetica

SSD: **BIO/18**

CFU: **7**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **68 (32 lezione e 36 laboratorio)**

Tipo esame: **scritto e orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Obiettivi formativi: conoscenza della natura e delle funzioni del materiale ereditario, comprensione dei meccanismi e delle modalità di trasmissione ereditaria e delle relazioni esistenti tra genotipo e fenotipo.

Apprendimento di metodologie di base utilizzate nell'analisi genetica e capacità di utilizzare le conoscenze acquisite nell'analisi di dati sperimentali.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Conoscenza e comprensione dei meccanismi della trasmissione ereditaria e della ricombinazione genica, delle relazioni esistenti tra genotipo e fenotipo, dei meccanismi di controllo della espressione genica negli eucarioti, e delle basi molecolari della variabilità genetica e dell'evoluzione biologica.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Capacità di determinare la modalità di eredità dei caratteri in alberi genealogici ed incroci programmati, di stimare la probabilità di trasmissione alla discendenza e il grado di associazione tra geni e di utilizzare test statistici per verificare la significatività di dati sperimentali. Apprendimento di tecniche di base per l'analisi del DNA e dei suoi polimorfismi.

#### *Autonomia di giudizio*

Acquisizione di capacità critiche nell'analisi dei risultati di test genetici e nella loro interpretazione.

Consapevolezza della natura probabilistica delle predizioni riguardanti la trasmissione dei caratteri alla discendenza. Consapevolezza delle complesse relazioni esistenti tra genotipo e fenotipo e della importanza evolutiva della variabilità genetica.

#### *Abilità comunicative*

Capacità di esprimere le informazioni e i concetti appresi attraverso una corretta terminologia scientifica.

Capacità di comunicare e spiegare in termini corretti anche a non specialisti tematiche che riguardano l'eredità e le relazioni tra genotipo e fenotipo.

#### *Capacità di apprendimento*

Acquisizione di conoscenze di base necessarie per studi avanzati di genetica e per la comprensione globale dei fenomeni biologici, anche attraverso lo sviluppo di capacità di collegamento tra i vari processi biologici e tra le varie discipline.

### ENGLISH

Educational objectives: to get acquainted with the molecular basis of heredity; to understand the mechanisms and basic principles of inheritance at the molecular, cellular and organism levels and the relationships between genotype and phenotype. To get familiar with basic methods in genetic analysis and to be able of applying their knowledge in a variety of problem-solving situations.

#### *Knowledge and understanding*

Knowledge and understanding of hereditary transmission, genetic recombination, relationships between genotype and phenotype, regulation of gene expression, and the molecular bases of genetic variation and evolution.



### *Applying knowledge and understanding*

General knowledge of the methodologies employed in genetic analysis. Ability a) to determine the mode of inheritance of traits in pedigrees and experimental crosses, b) to estimate transmission probability to the offspring, and 3) to assess genetic linkage among genes. Use of statistical tests to verify the significance of experimental data. Genetic analysis at the population level. Acquisition of basic methodologies for the analysis of DNA and its polymorphisms.

### *Making judgements*

Acquiring critical skills in the analysis of genetic test results and their interpretation. Awareness of the probabilistic nature of the predictions regarding the transmission of traits to offspring. Awareness of the complex relationship between genotype and phenotype and evolutionary importance of genetic variability.

### *Communication skills*

Ability to express the information and concepts learned through proper scientific terminology. Ability to communicate and explain in terms also fixed in non-thematic specialists regarding the inheritance and relationships between genotype and phenotype.

### *Learning skills*

Acquisition of basic knowledge necessary for advanced genetic studies and for the comprehensive understanding of biological phenomena, including through the development of connection capacity between the various biological processes and between disciplines.

## **Prerequisiti**

### **ITALIANO**

Buona conoscenza della struttura e fisiologia della cellula, dei meccanismi di base della riproduzione (mitosi e meiosi), e delle caratteristiche molecolari del materiale genetico.

### **ENGLISH**

Good knowledge of cell structure and physiology, cell division (mitosis and meiosis), and DNA structure and functions.

## **Contenuti**

### **ITALIANO**

#### *Principali argomenti trattati:*

Genetica mendeliana. Genotipo e fenotipo. I metodi dell'analisi mendeliana. La segregazione e l'assortimento indipendente dei geni. Il reincrocio. Correlazione tra leggi di Mendel e meiosi. Calcoli probabilistici e test del chi quadro nell'analisi genetica. La riscoperta delle leggi di Mendel. La teoria cromosomica dell'eredità. L'eredità legata al sesso. Analisi mendeliana nell'uomo: gli alberi genealogici. Estensione dell'analisi mendeliana. Allelia multipla. Codominanza e dominanza incompleta. Concetto di dominanza e recessività. Geni letali. Rapporti mendeliani modificati. Complementazione. Espressione genica e ambiente.

Scoperta della concatenazione totale e parziale dei geni. Ricombinazione e crossing over. Mappe di concatenazione genica per ricombinazione. Incrocio a due e tre fattori. Doppi scambi e interferenza.

Marcatori molecolari. Mappatura genetica nell'uomo. Il Progetto genoma umano.

Variazione del materiale genetico: le mutazioni. Mutazioni geniche. Mutazioni dinamiche. Mutazioni cromosomiche di struttura e di numero. Mutazioni somatiche e germinali. Mutazioni ed evoluzione.

Elementi trasponibili: elementi trasponibili nei procarioti; elementi trasponibili negli eucarioti. Conseguenze genetiche della trasposizione.

Eredità extranucleare. Modalità di trasmissione dell'eredità extranucleare. Esempi di eredità extranucleare.

Eredità materna ed effetto materno.

Controllo del differenziamento. Geni costitutivi e geni regolati. Compensazione di dose e inattivazione del cromosoma X nei mammiferi. Attività genica differenziale in tessuti e nello sviluppo. Controllo genetico dello sviluppo in organismi sperimentali. Genetica di popolazione. Analisi della struttura genetica di una popolazione: frequenze alleliche e genotipiche. Stima della variabilità genetica. La legge di Hardy-Weinberg per loci autosomici e X-linked e sua applicazione. Fattori di variabilità genetica: mutazione, migrazione, deriva genetica, selezione naturale.

Genetica dei caratteri quantitativi: La natura dei caratteri continui. Analisi genetica dei caratteri quantitativi.



Ereditabilità. Stima della ereditabilità.

*Attività laboratoriali:*

Estrazione di DNA da tessuti animali, digestione del DNA del batteriofago lambda e del DNA eucariotico con enzimi di restrizione, preparazione di gel di agarosio, separazione elettroforetica dei frammenti di DNA su gel, visualizzazione e determinazione delle dimensioni dei frammenti di DNA.

**ENGLISH**

*Main topics covered:*

Mendelian genetics. Genotype and phenotype. The methods of Mendelian analysis. The segregation and independent assortment of genes. Backcross. Correlation between Mendel laws and meiosis. Probabilistic estimates and chi-square test in genetic analysis. The rediscovery of Mendel's laws. The chromosome theory of inheritance. Discovery of sex chromosomes. Sex-linked inheritance. Mendelian inheritance in humans: pedigree analysis.

Extension of Mendelian analysis. Multiple alleles. Codominance and incomplete dominance. Dominant and recessive traits. Modified Mendelian ratios. Complementation. Environmental effects on phenotypic expression.

Discovery of gene linkage. Recombination and crossing over. Linkage maps through recombination analysis. Two-point and three-point crosses. Double crossover and interference. Molecular markers. Mapping of human genes. The Human Genome Project.

Mutations. Point mutations. Mutations of chromosome structure and number. Somatic and germline mutations. Mutations and evolution.

Transposition and transposable elements. Transposable elements in prokaryotes; transposable elements in eukaryotes. Genetic consequences of transposition.

Extranuclear inheritance. Transmission mode of mitochondrial and chloroplast genomes. Examples of extranuclear inheritance. Maternal inheritance and maternal effect.

Differentiation in eukaryotes. Housekeeping genes and regulated genes. Control levels of gene expression in eukaryotes. Dosage compensation and X chromosome inactivation in mammals. Differential gene activity in tissues and development. Genetic control of development in experimental organisms.

Population genetics. Analysis of the genetic structure of populations: allelic and genotypic frequencies. Estimation of genetic variability: mean heterozygosity, % polymorphic loci. The Hardy-Weinberg law for autosomal and X-linked loci and its application. Factors affecting genetic variation: mutation, migration, genetic drift, natural selection.

Genetics of quantitative traits: The nature of continuous characters. Genetic analysis of quantitative traits. Heritability. Estimation of heritability.

*Laboratory activities:*

DNA extraction from animal tissues, restriction enzymes digestion of eukaryote and lambda DNA, preparation of agarose gel and electrophoretic separation of DNA fragments, visualization and determination of the fragments size.

**Metodi didattici**

**ITALIANO**

Lectures, seminars, practice on problem solving, assessment tests, laboratory practice.

**ENGLISH**

Lezioni frontali, seminari, esercitazioni riguardanti l'analisi e la risoluzione di sperimentazioni virtuali, test di verifica, pratica di laboratorio.

**Verifica dell'apprendimento**

**ITALIANO**

Esame con domande a risposta aperta, risposta multipla ed esercizi, e colloquio orale alla fine del corso. Il test scritto e l'interrogazione orale hanno lo scopo di verificare oltre alle basi teoriche, la capacità dello studente di applicare le conoscenze acquisite alla analisi e soluzione di problemi pratici.

Il giudizio finale tiene conto dei seguenti fattori:

a) Capacità espressiva;



- b) Utilizzo della terminologia scientifica pertinente al corso;
- c) Comprensione degli argomenti trattati nel corso;
- d) Capacità di collegare le nozioni e situarle entro un quadro logico;
- e) Capacità di utilizzare le acquisizioni teoriche per analizzare e interpretare dati sperimentali;

Votazione finale:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra capacità espressive molto modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente. Poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune, e collegamenti concettuali di livello elementare. Scarsa capacità di utilizzare le nozioni acquisite nell'analisi di risultati sperimentali;

- b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente. Accettabile padronanza del linguaggio scientifico. Discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune, e collegamenti concettuali di moderata complessità. Discreta capacità di utilizzare le nozioni acquisite nell'analisi di risultati sperimentali;

- c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico. Bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune. Capacità dialogica e spirito critico rilevabili. Buona capacità di utilizzare le nozioni acquisite nell'analisi di risultati sperimentali;

- d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico. Bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali. Notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica. Notevole capacità di utilizzare le nozioni acquisite nell'analisi di risultati sperimentali;

- e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico. Bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti. Ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi. Ottima capacità di utilizzare le nozioni acquisite nell'analisi di risultati sperimentali

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media e i cui eventuali limiti espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

The assessment is based on exams with open-answer, multiple-choice, and an oral interview at the end of the course.

The final judgement will be based on:

- a) Capacity of expression;
- b) Use of scientific terminology relevant to the course;
- c) Understanding of the topics covered in the course;
- d) Ability to connect the concepts and situate them within a logical framework;
- e) Ability to use theoretical information to analyze and interpret experimental data.

Final grade:

- a) Sufficient (18 to 20/30)

The applicant demonstrates modest ability of expression, but still sufficient to support a coherent dialogue. Few concepts acquired, superficial level, many gaps, and elementary level of conceptual links. Poor ability to use the acquired knowledge in the analysis of experimental results;

- b) Satisfactory (21 to 23)

The applicant demonstrates ability of expression more than sufficient to support a coherent dialogue. Acceptable mastery of the scientific language. Fair acquisition of knowledge but lack of depth, a few gaps, and conceptual links of moderate complexity. Fair ability to use the acquired knowledge in the analysis of experimental results;

- c) Good (24 to 26)

The applicant demonstrates satisfactory skills with significant mastery of the scientific language. Rather large notions of moderate depth, with small gaps. Dialogical and critical capacity well detectable. Good ability to use the acquired knowledge in the analysis of experimental results;

- d) Outstanding (27 to 29)

The applicant demonstrates considerable expressive capabilities and high mastery of the scientific language. Very extensive notions, good depth, with marginal gaps. Remarkable dialogical capacity, good competence



and relevant aptitude for logic synthesis. Remarkable ability to use the acquired knowledge in the analysis of experimental results;

e) Excellent (30)

The applicant demonstrates high capacity and high mastery of the scientific language. Very extensive and in-depth notions, gaps irrelevant. Excellent dialogical aptitude to make connections between different subjects. Excellent ability to use the acquired knowledge in the analysis of experimental results

The honor is attributed to candidates clearly above average.



## Microbiologia

SSD: **BIO/19**

CFU: **7**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **68 (32 lezione e 36 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso ha lo scopo di formare laureati di I livello con una solida conoscenza di base della biologia dei microrganismi, del loro ruolo nell'ambiente e delle potenzialità di impiego nei diversi settori della ricerca. Tali conoscenze rappresentano indispensabili presupposti per gli ulteriori approfondimenti in specifiche Lauree Magistrali e/o in Master professionalizzanti.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione:*

Conoscere le peculiarità di struttura, metabolismo, fisiologia e biologia molecolare dei procarioti e dei virus, comprendendo differenze e similitudini con i microrganismi eucariotici, nonché aspetti fondamentali delle loro interazioni con gli organismi superiori e con l'ambiente. Comprendere l'importanza dell'avanzamento delle conoscenze sulla biologia dei microrganismi per il continuo sviluppo delle biotecnologiche microbiologiche.

#### *Capacità applicative:*

Le conoscenze teoriche della biologia dei batteri e dei virus forniscono competenze fondamentali per acquisire capacità applicative di base di tipo metodologico, procedurale e strumentale dei laboratori di microbiologia, sia in ambito diagnostico che sperimentale.

#### *Autonomia di giudizio:*

Le principali conoscenze acquisite nei diversi ambiti della microbiologia vengono trasmesse agli studenti esemplificando le specifiche evidenze sperimentali, stimolando il ragionamento individuale e la discussione collettiva sul metodo scientifico e sulla valutazione critica dei risultati.

#### *Abilità nella comunicazione:*

L'uso di un linguaggio scientifico appropriato e di una terminologia microbiologica corretta consentirà l'acquisizione di abilità di comunicazione e capacità di trasmettere in maniera chiara e precisa argomenti di microbiologia.

#### *Capacità di apprendimento:*

Apprendimento dei concetti di base della microbiologia mediante consultazione di banche dati, pubblicazioni e fonti informative accreditate a livello nazionale e internazionale.

### ENGLISH

The course aims to produce graduates of Level I with a solid basic knowledge of the biology of microorganisms, their role in the environment and employment potential in the various fields of research. These skills are indispensable preconditions for further study in specific Magistral and / or professionalizing Master courses.

#### *Knowledge and understanding:*

The special features of the structure, metabolism, physiology and molecular biology of prokaryotes and viruses, understanding differences and similarities with the Eucharistic microorganisms, as well as fundamental aspects of their interactions with higher organisms and the environment. Understand the importance of advancement of knowledge on the biology of microorganisms for the continued development of microbiological biotechnology.



*Applying knowledge and understanding*

The knowledge of the biology of bacteria and viruses provides basic skills to acquire basic application capabilities methodological, procedural and instrumental of microbiology laboratories, both in diagnostic and experimental.

*Making judgments:*

The main knowledge from different fields of microbiology is transmitted to students exemplifying the specific experimental evidence, stimulating the individual reasoning and collective discussion on the scientific method and critical evaluation of the results.

*Communication skills:*

The use of scientific language appropriate and proper microbiological terminology will enable the acquisition of communication skills and ability to convey a clear and precise microbiology topic.

*Learning skills:*

Learning the basic concepts of microbiology through consultation of databases, publications and information sources accredited at national and international level.

**Prerequisiti**

**ITALIANO**

Conoscenza adeguata di Chimica generale, Biochimica, Biologia molecolare e Genetica.

**ENGLISH**

Adequate knowledge of Inorganic Chemistry, Biochemistry, Molecular Biology and Genetics.

**Contenuti**

**ITALIANO**

*Principali argomenti trattati:*

Lezioni teoriche (4 CFU = 32 ore)

Struttura e funzioni cellulari nei microrganismi. Composizione, struttura ed elementi distintivi della cellula procariotica ed eucariotica. Struttura e funzioni della membrana citoplasmatica dei procarioti. I batteri Gram positivi e Gram negativi: caratteristiche generali. Struttura e sintesi del peptidoglicano. La membrana esterna dei Gram negativi, il lipopolisaccaride. I flagelli, i pili. La endospora batterica: struttura e significato biologico. Influenza della temperatura, pH e pressione sulla crescita batterica. La curva di crescita. Il processo di divisione cellulare nei batteri. Gli antibiotici.

Ambiente e ospite. Il processo di chemiotassi. Relazioni ospite-parassita: la flora microbica; principali meccanismi di patogenicità dei batteri. Le endotossine e le esotossine batteriche.

Elementi di Virologia. Caratteristiche generali, struttura e classificazione dei virus batterici e animali. Modelli di replicazione dei virus dei batteri: batteriofagi virulenti (T4 e T7) e temperati ( $\lambda$ ); ciclo litico e ciclo lisogeno. Modelli di replicazione dei virus animali: virus a DNA e a RNA.

Principi di immunologia: Cellule ed organi del sistema immunitario. L'immunità aspecifica. La risposta immunitaria specifica. Antigeni, cellule T e immunità cellulare. Anticorpi.

*Attività laboratoriali:*

Laboratorio (3 CFU = 36 ore)

Principi per la coltivazione di batteri in laboratorio. Preparazione e sterilizzazione in autoclave di terreni di coltura per l'isolamento di batteri da campioni biologici. Preparazione di uno striscio da una coltura batterica, colorazione ed osservazione al microscopio ottico. Metodi per la quantificazione di cellule batteriche. Test di sensibilità dei batteri agli antibiotici.

**ENGLISH**

*Main covered topics:*

Class lessons (4 CFU = 32 hours)

Structures and functions in microorganisms. Composition, structure and distinctive elements of prokaryotic and eukaryotic cells. Structure and function of the cytoplasmic membrane of prokaryotes. The Gram-positive and Gram-negative bacteria: general characteristics. Structure and synthesis of peptidoglycan. The outer membrane of Gram-negative bacteria, lipopolysaccharide. The flagella, pili. The bacterial endospore: structure and biological significance.

Influence of temperature, pH and pressure on bacterial growth. The growth curve. The process of cell division in bacteria. Antibiotics.



Environment and hosts. The process of chemotaxis. Host-parasite relationships: the microbial flora; major pathogenic mechanisms of bacteria. The bacterial endotoxin and exotoxins.

Elements of Virology.

General characteristics, structure and classification of animal and bacterial viruses. Viral replication in bacteria of virulent and temperate phages; lytic and lysogenic cycle. Models of replication of DNA and RNA animal viruses.

Principles of Immunology: Cells and organs of the immune system. The non-specific immunity. The specific immune response. Antigens, T cells and cellular immunity. Antibodies.

#### *Laboratory activities:*

Laboratory (3 CFU = 36 hours)

Principles for the cultivation of bacteria in the laboratory. Preparation and sterilization of culture media for the isolation of bacteria from samples. Preparation of a smear from a bacterial culture, staining and observation under the light microscope. Methods for quantitation of bacterial cells. Susceptibility testing of bacteria to antibiotics.

#### **Metodi didattici**

##### **ITALIANO**

Il corso si svolgerà con lezioni frontali (4 CFU = 32 ore) che prevedono l'uso di presentazioni PowerPoint ed esercitazioni in laboratorio (3 CFU = 36 ore).

Durante le lezioni frontali verranno svolti dei test di verifica (quiz a risposta multipla) per monitorare il reale apprendimento degli studenti durante il corso. La didattica sarà erogata in presenza.

##### **ENGLISH**

The course consists in lectures (4 CFU = 32 hours) involving the use of PowerPoint presentations and laboratory exercises (3 CFU = 36 hours). During the lectures, verification tests will be carried out to monitor the real learning of the students during the course. Teaching will be delivered in person.

#### **Verifica dell'apprendimento**

##### **ITALIANO**

Esame orale. Lo studente dovrà discutere oralmente alcuni argomenti differenti proposti dal docente avvalendosi, dove necessario, anche di schemi/rappresentazioni grafiche. Sono valutate la conoscenza degli argomenti del corso, le capacità di collegamento tra argomenti diversi, la capacità espressiva, l'uso di terminologia appropriata, la capacità di sintesi.

Giudizio finale. Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze
- b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità
- c) appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze

Modalità espositiva:

- a) Capacità espressiva;
- b) Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
- c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
- d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
- e) Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- a) spirito critico;
- b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- b) Discreto (da 21 a 23)



Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

Oral examination. The student will discuss orally a few different topics proposed by the teacher, using, where necessary, schemes / graphic representations. Knowledge of the topics of the course, the ability to link between different topics, the expressive capacity, the use of appropriate terminology, the ability to synthesize will be evaluated. The final grade takes into account several factors:

Quality of the knowledge, skills and competences:

- appropriateness, accuracy and consistency of knowledge
- appropriateness, accuracy and consistency of skills
- appropriateness, accuracy and consistency of competences

Exposition mode:

- Capacity of expression;
- Proper use of the specific language of the discipline;
- Logical capacity and consequentality in the fitting of the contents;
- Ability to connect different arguments by finding the common points and establish a consistent overall design, i.e. taking care of structure, organization and logical connections of speech exposition;
- Ability to summarize.

Relational qualities:

Capability to exchange and interact with the teacher during the interview.

Personal qualities:

- critical spirit;
- ability to self-evaluation.

Consequently, the judgment can be:

a) Fair (18 to 20/30)

The candidate demonstrates little knowledge acquired, superficial level, many gaps. Expressive abilities modest, but still sufficient to support a coherent dialogue; logical capacity and consequentality in the fitting of the subjects at elementary level; poor capacity for synthesis, lack of interaction with the teacher during the interview.

b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a discreet acquisition of knowledge but lack of depth, with a few gaps; expressive abilities more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of the language of science, logical capacity and consequentality in the fitting of the arguments of moderate complexity, more than enough capacity for synthesis and the ability to graphic expression acceptable.

c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large knowledge, moderate depth, with small gaps; satisfactory mastery of the expressive capabilities and significant scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity for synthesis and ability to graphic expression more than acceptable.

d) Outstanding (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive knowledge, well depth, with marginal gaps; remarkable powers of expression and high mastery of scientific language; remarkable capacity of dialogue, good competence and relevant aptitude for logic synthesis, high capacity for synthesis and graphic expression.



e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a very extensive and in-depth knowledge, gaps irrelevant, high capacity and high mastery of the expressive language of science; excellent capacity of dialogue, aptitude to make connections between different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the expression graphics.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, and logical limits, if any, as a whole are completely irrelevant.



## Biochimica e Laboratorio di Biochimica

SSD: **BIO/10**

CFU: **12**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **120 (48 lezione e 72 laboratorio)**

Tipo esame: **scritto e orale**

### Modulo di Biochimica

SSD: **BIO/10**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **lezione**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **48**

### Modulo di Laboratorio di Biochimica

SSD: **BIO/10**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **72**

Il corso è finalizzato all'acquisizione di informazioni e concetti fondamentali di biochimica strutturale e metabolica. Pertanto, il corso fornisce le conoscenze biochimiche basilari per un laureato di primo livello in Biotecnologie, e inoltre risulta propedeutico ai corsi d'insegnamento successivi, che presuppongono la conoscenza di tali fondamentali. Il Modulo di Laboratorio consolida le abilità manuali già acquisite nei corsi precedenti e ne aggiunge di nuove, in specie la capacità di manipolare soluzioni di proteine ed enzimi, e di effettuare su di essi le più comuni determinazioni analitiche.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Conoscenza delle nozioni fondamentali della Biochimica generale. Parti fondamentali del corso sono struttura e funzione delle proteine, correlazione struttura-funzione, proteine, lipidi e carboidrati di membrana, membrane e trasporto. Tali nozioni sono necessarie per la comprensione delle innumerevoli applicazioni biotecnologiche delle proteine e dei meccanismi molecolari alla base dei processi vitali della cellula. Conoscenza e applicazione di alcune tecniche di base per la purificazione e caratterizzazione di enzimi, e per la misurazione di attività enzimatiche: cromatografia, elettroforesi, spettrofotometria applicata.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Acquisizione di competenze teoriche e applicative per lo studio degli enzimi e della loro caratterizzazione e applicazione. Capacità di effettuare salature, precipitazioni, dialisi, cromatografie a scambio ionico e per esclusione molecolare, elettroforesi, e analisi spettrofotometriche di proteine ed enzimi. Capacità di riconoscere le diverse classi di composti biologici osservandone le formule di struttura, e di ipotizzarne alcune proprietà biologiche salienti.

#### *Autonomia di giudizio*

Lo studente sarà in grado:



- di discernere tra argomenti fondamentali e complementari, individuando il filo logico sotteso allo studio razionale della Biochimica, ed evitando l'acquisizione meramente mnemonica di definizioni, schemi, equazioni, grafici e formule di struttura;
- di individuare in autonomia vie metaboliche retroinibite, cicli e cicli futili, reazioni anaplerotiche, e spiegarne la logica sottesa;
- di enucleare i concetti basilari, e tra questi specificamente quelli potenzialmente utili nello studio delle materie successive lungo il Corso di Studi;
- di interpretare correttamente i dati analitici di laboratorio ottenuti per trarne conclusioni corrette e coerenti.

#### *Abilità comunicative*

Lo studente sarà in grado di esporre gli argomenti del corso utilizzando linguaggio e lessico tipici della disciplina. Interagirà col docente argomentando i punti salienti del programma di studio, col necessario dettaglio. Grazie al tutorato esperto sarà anche in grado di interagire proficuamente con i colleghi, formando eventualmente gruppi di studio teorico e di lavoro in laboratorio.

#### *Capacità di apprendimento*

L'interazione col docente, i test di autovalutazione, e il materiale didattico (diapositive delle lezioni, dispense, e istruzioni pratiche per le esperienze di laboratorio) forniranno allo studente gli strumenti necessari all'apprendimento proficuo, ragionato e non mnemonico, della disciplina.

### **ENGLISH**

The course of Biochemistry for the Class Biotechnology is aimed to the acquisition of fundamental information and concepts in structural and functional biochemistry. Therefore, it gives basic biochemical knowledge for a first-level degree in Biology, and moreover it is preparatory to further learning courses, implying the knowledge of such fundamentals.

#### *Knowledge and understanding*

Understanding the Life molecular logic and the primordial abiotic chemistry.

Knowing structures and properties of the main biological compounds such as proteins, glucides, and lipids. Being able to graphically represent their molecules.

Understanding the structural and functional features of those compounds and their localization in cells and tissues.

Knowing and understanding structure/function relationship of the proteins, and their modulation: the case of respiratory proteins.

Knowing the modes of production, storage, use of metabolic energy, and understanding the related thermodynamics.

Knowing the main metabolic pathways and their molecular tools: enzymes, coenzymes, cofactors, effectors, inhibitors.

Understanding metabolic omeostasis and the general integration of metabolic pathways.

#### *Applying knowledge and understanding*

The students will be able to:

- take advantage from structure formulas getting the main reaction mechanisms applied to biochemistry for both catalysis and metabolic sequences;
- correctly put the various metabolic pathways within the frame of physiological and eventually pathological mechanisms to get conclusions about material and energy balances;
- apply the acquired knowledge to the study of Molecula Biology, Genetics, Physiology, Microbiology.

#### *Making judgements*

Students will be able to:

- distinguish among main and secondary topics, finding the logics lying under the study of Biochemistry, and avoiding a memory-based study;
- autonomously find and explain retrohination, cycles, and futile cycles, anaplerotic reactions;
- individuate the basic concepts to apply them to other disciplines along the Biology course.

#### *Communication skills*

The students will be able to discuss the topics of the course by using the language and vocabulary typical for Biochemistry. They will interact with the teacher arguing the main points of the study program with the required detail. Owing to the expert tutorage they will also positively interact with their colleagues, possibly forming study groups.



### Learning skills

Student/teacher interaction, auto-evaluation tests, slides and booklets will give the students the required tools for profitable and aware learning.

### Prerequisiti

#### ITALIANO

Lo studente deve avere una solida conoscenza di base della Chimica Generale e della Chimica Organica. In particolare:

Orbitali atomici e molecolari;

Molecole e ioni, polarità e polarizzabilità;

Legame chimico: ionico, covalente, dativo, coordinativo, a idrogeno;

Acidi e basi nelle varie definizioni, pH, pKa;

Equilibrio chimico, costanti di equilibrio; legge di azione di massa, principio di Le Chatelier;

Entalpia, entropia, energia libera, energia libera standard;

Ossidanti e riducenti, potenziale elettrochimico;

Velocità delle reazioni chimiche, ordine e molecolarità delle reazioni, costanti di velocità;

Fondamenti di chimica organica, composti alifatici e aromatici, mesomeria, effetti I e M; sostituzioni nucleofile, elettrofile, radicaliche, e loro meccanismi.

Principali gruppi funzionali e loro caratteristiche di reattività.

#### ENGLISH

The students must have a sound basic knowledge of both Inorganic and Organic Chemistry. In particular:

Atomic and molecular orbitals;

Molecules and ions, polarity and polarizability;

Chemical bonds: ionic, covalent, dative, coordinative, hydrogen;

Acids and bases following the various definitions, pH, pKa;

Chemical equilibrium, equilibrium constants, mass action law, Le Chatelier principle;

Oxidizers and reductants, electrochemical potential;

Speed of chemical reactions, order and molecularity of reactions, speed constants;

Basic organic chemistry, aliphatic and aromatic compounds, mesomerism, I and M effects; nucleophilic, electrophilic, and radical substitutions, and their mechanisms.

Main functional groups and their reactivity.

### Contenuti

#### ITALIANO

##### *Principali argomenti trattati:*

Corso diviso in due Moduli (Teoria e Laboratorio). Primo modulo (48 ore) diviso in due unità didattiche: 1) Biochimica strutturale, e 2) Biochimica funzionale.

Biochimica strutturale (ore totali: 22):

- Logica molecolare della vita, biochimica abiotica: 2 ore;

I costituenti chimici degli organismi viventi. La chimica e la biochimica prebiotiche. Logica molecolare della vita.

- Aminoacidi e peptidi, proteine fibrose: 8 ore;

Aminoacidi: Definizioni e classificazioni, proprietà chimico-fisiche ed in soluzione. Gli aminoacidi essenziali.

Peptidi. Proteine: definizioni, classificazioni, struttura tridimensionale. Le principali proteine fibrose.

- Proteine globulari: 4 ore;

Proprietà chimico-fisiche generali ed elettriche. Glicoproteine. Immunoglobuline. Denaturazione.

- Glucidi: 4 ore;

Definizioni e classificazioni, proprietà chimico-fisiche generali. Anomeria, mutarotazione, glicosidi. Mono-, oligo-, e poli-saccaridi.

- Lipidi: 4 ore;

Definizioni e classificazioni, proprietà chimico-fisiche generali. Lipidi semplici e complessi. Isoprenoidi.

Biochimica funzionale (ore totali: 26):

- Emoproteine: mioglobina ed emoglobina: 6 ore;

Porfirine, metalloporfirine, eme, emoproteine e loro proprietà chimico-fisiche generali. Mioglobina ed emoglobine, ossigenazione e deossigenazione, cooperatività e suoi modelli logici. Altre proteine respiratorie.

- Enzimi: 2 ore;

Catalisi e biocatalisi, enzimi. Cenni sulla modulazione dell'attività enzimatica.



Basi chimico-fisiche della catalisi enzimatica.

- Vitamine e coenzimi: 4 ore;

Definizioni e classificazioni. Vitamine idrosolubili. Coenzimi, cofattori e loro meccanismi catalitici.

- Metabolismo e metabolismo energetico: 2 ore;

Definizioni e concetti: metabolismo, anabolismo, catabolismo. Metabolismi aerobi e anaerobi. Vie e cicli, produzione, trasporto, conservazione dell'energia metabolica.

- Metabolismo glucidico: 6 ore;

Generalità, glicolisi, fermentazione lattica e alcolica. Cicli del citrato e del glicossilato.

- Metabolismo lipidico: 2 ore;

Generalità, beta-ossidazione, casi particolari, destino dell'acetil-coenzima A, chetogenesi.

- Metabolismo azotato: 2 ore;

Generalità, transdeaminazione, destino dell'ammoniaca, cenni sul ciclo dell'ornitina.

- Catena respiratoria e fosforilazione ossidativa: 2 ore;

Generalità, costituenti, logica della riduzione dell'ossigeno, conseguenze e finalità; ATP sintasi, agenti disaccoppianti. Cicli biogeochimici.

#### *Attività laboratoriali:*

Modulo di laboratorio (72 ore):

Metodologie (22 ore):

Titolazione degli aminoacidi (2 ore)

Cenni alla biochimica ed enzimologia della degradazione delle lignine. Le laccasi fungine (2 ore);

Purificazione di proteine. Lisi cellulare. Precipitazione frazionata, centrifugazione, dialisi, filtrazione (4 ore);

Principali tecniche cromatografiche. Strato sottile, scambio ionico, esclusione molecolare, affinità, fase inversa/interazione idrofobica, HPLC (6 ore);

Spettrofotometria UV-vis e sue applicazioni in biochimica. Proteine totali e attività enzimatica (4 ore);

Principali tecniche elettroforetiche. N-PAGE, SDS-PAGE, IEF, blotting (4 ore).

Laboratorio (50 ore):

Pipette e micropipette (5 ore);

Tamponi, soluzioni e terreni di coltura per il fungo *Pleurotus pulmonarius*. Inoculo del fungo e allestimento delle colture liquide (5 ore);

Preparazione e uso di soluzioni di induttori putativi della laccasi e TLC (5 ore)

Saggio fotometrico dell'attività laccasica (5 ore);

Purificazione parziale della laccasi: preparazione e uso del gel di fosfato di calcio (5 ore);

Cromatografia a scambio ionico della laccasi chiarificata (5 ore);

N-PAGE con saggio dell'attività enzimatica sull'elettroferogramma (5 ore);

SDS-PAGE e cromatografia per esclusione molecolare (5 ore);

Immobilizzazione dell'enzima lattasi e produzione del latte ad alta digeribilità (5 ore)

Valutazione del potere antiossidante di prodotti vegetali (5 ore).

#### **ENGLISH**

##### *Main covered topics:*

The course divided in two learning units: 1) Structural Biochemistry, and 2) Functional Biochemistry.

Structural Biochemistry (22 hours):

- The molecular logics of the Life, abiotic biochemistry: 2 hours;

The chemical constituents of the living organisms. Abiotic chemistry and biochemistry.

- Aminoacids and peptides, fibrous proteins: 8 hours;

Aminoacids: definition and classification, main physicochemical features. Aminoacids as electrolytes. Essential aminoacids. Peptides. Protein classification and structural levels. The main fibrous proteins.

- Globular proteins: 4 hours;

Main physicochemical features. Globular proteins as amphoteric polyelectrolytes. Glycoproteins. Immunoglobulins. Stability and denaturation of globular proteins.

- Glucides: 4 hours;

Definition and classification, main physicochemical features. Anomerism, mutarotation, glycosides. Mono-, oligo-, and polysaccharides.

- Lipids: 4 hours;

Definition, classification, main physicochemical features. Simple and complex lipids, lycolipids, phospholipids, sphingolipids. Isoprenoids.

Functional Biochemistry (42 hours);

Porphyryns, metalloporphyryns, heme, hemoproteins and their main physicochemical features.



Myoglobin and hemoglobins, oxygenation and deoxygenation, cooperativity and its logical models. Other respiratory proteins.

- Enzyme kinetics: 4 hours;

Catalysis and biocatalysis, enzymes. Molecularity and reaction order of enzymatic reactions. Michaelis and Menten hypothesis and its developments. Enzyme activity inhibition and modulation.

- Enzymatic catalysis: 4 hours;

Physicochemical background of affinity and catalysis. Theory of the activated complex and enzymatic catalysis. Biocatalytic mechanisms.

-Vitamins and coenzymes: 6 hours;

Definition and classification. Hydrosoluble vitamins, coenzymes and cofactors.

- Metabolism and energy metabolism: 4 hours;

Definition and concepts: metabolism, anabolism, catabolism, biosynthesis, biodegradation. Aerobic and anaerobic metabolism. Metabolic paths and cycles, energy production, transportation, storage of metabolic energy: ATP and analogues.

Glucidic metabolism: 8 hours;

General concepts, glycolysis, lactic and alcoholic fermentations. Citrate and glyoxylate cycles.

- Lipid metabolism: 4 hours;

General concepts, beta-oxidation, particular cases, AcetylCoa fate, ketogenesis.

- Protein metabolism: 2 hours;

General concepts, transamination, deamination, ammonia fate, ornithine cycle.

- Respiratory chain: 2 hours;

General concepts, constituents, dioxygen reduction logics, consequences and purposes.

- Oxidative phosphorylation: 2 hours;

general concepts, ATP synthase and its mechanism, respiratory control, uncoupling agents. Biogeochemistry.

#### *Laboratory activities:*

Laboratory Unit (72 hours)

Methods (22 hours):

Aminoacids titration (2 hours).

Enzymology of lignin and fungal laccases (2 hours).

Protein purification: cell lysis, fractionated precipitation, centrifugation, dialysis, filtration (4 hours).

Chromatography. TLC, IEC, SEC, IMAC, RP, HIC, HPLC (6 hours).

Spectrophotometric analysis: UV-visible. Total protein quantification, and enzymatic assays (4 hours).

Electrophoresis: native PAGE, SDS-PAGE, staining, IEF, blotting (4 hours).

Laboratory (50 hours):

Pipettes and micropipettes (5 hours)

Preparation of buffer solutions and culture media (4 hours).

Liquid cultures of *Pleurotus pulmonarius*, with the addition laccase inducers (5 hours).

Laccase activity assay (5 hours).

Purification of laccase with calcium phosphate-based ionic exchange (5 hours).

Ion exchange chromatography of the clarified laccase (5 hours)

Zymogram with Native PAGE. Determination of laccase MW by SDS-PAGE (5 hours).

Immobilization of lactase and production of high-digestibility milk (5 hours).

Evaluation of anti-oxidant power of vegetable products (5 hours)

Antioxidant evaluation of plant extracts (5 hours).

#### **Metodi didattici**

##### **ITALIANO**

Il corso ha una durata di circa 12 settimane con 48 ore di lezioni frontali (4 settimanali) e 72 di esercitazioni in laboratorio (5 settimanali).

Le lezioni vengono svolte utilizzando diapositive realizzate con Power Point, che permettono anche di avvalersi di animazioni per la visualizzazione dei meccanismi di reazione, e modelli molecolari.

##### **ENGLISH**

The course stands along 12 weeks with 48 hours of lectures (4 hours/week) and 72 hours in lab (5 hours/week). Lectures are carried out by using Power Point slides, also taking advantage from animations to visualize reaction mechanism and 3D molecular models.



## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

Colloquio e scritto.

#### 1.1. Obiettivi

Valutazione corretta e oggettiva del grado di preparazione raggiunto:

- acquisizione di nozioni correlate, generali e basilari, dettagliate e specifiche;
- integrazione logica delle nozioni acquisite, loro comprensione e interpretazione;
- capacità di sviluppare le conoscenze acquisite per studio, lavoro, o professione.
- capacità di effettuare, comprendere, e spiegare le esperienze pratiche di laboratorio.

#### 1.2. Modalità

Individuale. Dal generale al particolare, si spazia tra i concetti basilari verso aspetti più specifici e particolari dell'argomento.

#### 2.3. Giudizio finale

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze
- appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità
- appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze

Modalità espositiva:

- Capacità espressiva;
- Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
- Capacità logiche e consequenzialità dei contenuti;
- Capacità manuali e pratiche;
- Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
- Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- spirito critico;
- capacità di autovalutazione;
- capacità di operare anche in gruppo.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

- Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

- Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

- Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.



## ENGLISH

Description:

Oral and written examination.

Proficiency examination

1.1. Aims

1.2. Modes

1.3. Final decision

1.1. Aims

Examinations are aimed to a correct and unbiased evaluation of the preparation degree reached by students, i.e. the achievements of the formative targets required in the course.

1.2. Modes

Individual colloquium, also requiring the use of graphics, equations, schemes, flux diagrams. From general to particular, the student will move among basic concepts to proceed in depth within the topic.

1.3. Final judgement

The final grade takes into account several factors:

Quality of the knowledge, skills, competences:

a) appropriateness, accuracy and consistency of knowledge

b) appropriateness, accuracy and consistency of abilities

c) appropriateness, accuracy and consistency of ability to apply knowledge and understanding

Communication skills:

a) Ability of expression;

b) Proper use of the specific language of the discipline;

c) Logical skills and inherent consequentiality in communicating;

d) Manual and practical skills;

e) Ability to connect different subjects by finding the common points and establish a consistent overall design, i.e. taking care of structure, organization and logical connections of speech;

f) Ability to summarize also through the use of specific symbolism of each discipline and graphic expression of ideas and concepts, for example in form of formulas, schemes, equations.

Relational qualities:

Availability to exchange and interact with the teacher during the interview.

Personal qualities:

a) critical thinking;

b) ability of self-evaluation.

Consequently, the judgment can be:

a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The candidate demonstrates little acquisition of theoretical knowledge, superficial level, many gaps. Modest communicative abilities, but still sufficient to support a coherent dialogue, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of elementary level; poor capacity of synthesis and rather stunted ability of graphical expression, scanty interaction with the teacher during the interview.

b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a moderate acquisition of knowledge but lack of expatiation, a few gaps; communicative abilities more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of the scientific language, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of moderate complexity, good enough capacity of synthesis and acceptable ability of graphical expression.

c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large wealth of knowledge, moderate in-depth, with small gaps; satisfactory mastery of the communicative abilities and meaningful scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity of synthesis and more than acceptable ability of graphical expression.

d) Outstanding (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive wealth of notions, high in-depth, with marginal gaps; remarkable ability in communicating and high mastery of scientific language; remarkable dialogical capacity, good competence and relevant aptitude for logical synthesis, high capacity of synthesis and graphical expression.

e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a wealth of very extensive and in-depth knowledge, irrelevant gaps, high capacity and high mastery in communicating through the scientific language; excellent dialogical ability and marked aptitude to make connections among different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the graphical expression.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, logical limits, if any, as a whole are completely irrelevant.



## Biologia della Riproduzione e dello Sviluppo e Fisiologia degli Organismi

### Acquatici

SSD: **BIO/06 – BIO/09 – BIO/04**

CFU: **10**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **92 (56 lezione e 36 laboratorio)**

Tipo esame: **scritto e orale**

## Modulo di Biologia della Riproduzione e dello Sviluppo degli Organismi

### Acquatici

SSD: **BIO/06**

CFU: **4**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **36 (24 lezione e 12 laboratorio)**

## Modulo di Fisiologia degli Organismi Animali Acquatici

SSD: **BIO/09**

CFU: **3**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **28 (16 lezione e 12 laboratorio)**

## Modulo di Fondamenti di Fisiologia degli Autotrofi

SSD: **BIO/04**

CFU: **3**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **28 (16 lezione e 12 laboratorio)**

### Obiettivi

#### ITALIANO

#### Modulo di Biologia della Riproduzione e dello Sviluppo degli organismi acquatici

Il corso intende fornire un quadro completo ed aggiornato sulle conoscenze di base e applicative della biologia della riproduzione applicata agli organismi marini. Lo studente acquisirà conoscenze sull'organizzazione strutturale del sistema riproduttivo degli organismi marini attraverso l'analisi delle interrelazioni tra struttura, funzione e adattamenti evolutivi. Lo studente acquisirà inoltre conoscenze sul tema dei meccanismi neuro-endocrini e molecolari che regolano il differenziamento e la maturazione dei gameti e sulle alterazioni funzionali e morfologiche indotte in maniera incontrollata da stress. Il corso si propone inoltre che lo studente



acquisisca conoscenze approfondite relative alle metodologie necessarie per lo studio dei cicli vitali e per la valutazione dello stato delle popolazioni che popolano i nostri mari.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Al termine dell'insegnamento lo/la studente/essa avrà acquisito conoscenze teoriche e pratiche sulla biologia riproduttiva e dello sviluppo degli animali marini e avrà compreso le relazioni tra biologia riproduttiva e dello sviluppo e strategie vitali.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite anche nel settore dell'acquacoltura. Saranno svolte una serie di esercitazioni pratiche di laboratorio nelle quali lo studente potrà verificare le conoscenze acquisite relativamente alla valutazione della morfologia e qualità dei gameti.

#### *Autonomia di giudizio*

Somministrazione di verifiche formative in itinere attraverso questionari finalizzati all'autovalutazione della comprensione e del livello di apprendimento di unità didattiche già completate. Attività guidata di correzione delle verifiche con analisi degli errori al fine di colmare tempestivamente eventuali lacune di apprendimento. Valutazione consapevole della didattica.

#### *Abilità comunicative*

Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa avrà acquisito l'appropriata terminologia tecnica nell'ambito della biologia della riproduzione e dello sviluppo per riuscire a comprendere informazioni dalla bibliografia specializzata e impostare un discorso o una relazione specialistica.

#### *Capacità di apprendimento*

Al termine dell'insegnamento lo/la studente/studentessa dovrà essere in grado di

- Acquisire ulteriori informazioni sulla disciplina con spirito critico, attraverso la consultazione di testi e database.
- Collegare le conoscenze a vari contesti nel campo delle scienze della riproduzione e della conservazione

Acquisizione, attraverso l'uso di testi di livello universitario, delle conoscenze teoriche

### **Modulo di Fisiologia degli organismi animali acquatici**

Il corso si prefigge di fornire allo studente le basi teoriche e gli strumenti metodologici per apprendere ed interpretare in chiave evolutiva i meccanismi fisiologici e le strategie adattative che consentono la sopravvivenza degli organismi in ambiente acquatico.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Conoscenze di base sulla fisiologia degli organismi animali acquatici nei diversi gradi di organizzazione, dal molecolare al cellulare a quello di individuo, conoscenza delle caratteristiche peculiari del funzionamento delle cellule e dei sistemi, e comprensione delle correlazioni tra struttura cellulare e meccanismi di controllo omeostatico negli animali acquatici.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Capacità di interpretare, in chiave evolutiva, i meccanismi fisiologici di adattamento all'ambiente acquatico di vertebrati e invertebrati e capacità di applicare analisi biologiche e per il rilievo dell'attività di molecole fisiologicamente attive, con particolare riferimento ad ambiti molecolari, attraverso metodi di laboratorio e di microscopia finalizzate ad una loro applicazione nelle biotecnologie.

#### *Autonomia di giudizio*

Acquisizione di consapevole autonomia di giudizio con riferimento a valutazione, interpretazione e rielaborazione di dati di sperimentazione e di letteratura.

#### *Abilità comunicative*

Acquisizione di adeguate competenze e strumenti per la comunicazione con riferimento alla capacità di illustrare i risultati della ricerca



### *Capacità di apprendimento*

Acquisizione di adeguate capacità per lo sviluppo e l'approfondimento continuo delle competenze, con riferimento a strumenti conoscitivi avanzati per l'aggiornamento continuo delle conoscenze.

### **Modulo di Fondamenti di fisiologia degli autotrofi**

#### *Conoscenze e capacità di comprensione:*

Il corso di fisiologia vegetale degli autotrofi marini fornirà una visione completa e aggiornata dei processi fisiologici degli organismi autotrofi marini. Gli studenti acquisiranno competenze sull'organizzazione strutturale e funzionale delle piante acquatiche, esaminando le interazioni tra la struttura, gli adattamenti evolutivi e le risposte agli stress ambientali. Il corso approfondirà i meccanismi fisiologici di base, come la fotosintesi, l'assorbimento dei nutrienti e le strategie per affrontare fattori di stress ambientali. Saranno inoltre introdotte le metodologie per studiare questi processi e per monitorare la salute degli ecosistemi acquatici.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Conoscenze teoriche e pratiche sulla fisiologia degli autotrofi marini.

Applicazione delle conoscenze sugli autotrofi nel settore della gestione sostenibile degli ecosistemi marini e loro potenziale a livello produttivo come fonte sia di biomassa che di energia.

Esercitazioni pratiche di laboratorio: analisi dei processi fisiologici (fotosintesi, assorbimento di nutrienti) e valutazione della qualità degli organismi vegetali marini.

#### *Autonomia di giudizio*

Verifiche formative in itinere attraverso questionari per l'autovalutazione della comprensione delle unità didattiche completate.

Attività guidate di correzione delle verifiche con analisi degli errori per colmare eventuali lacune.

Capacità di valutare in modo consapevole e critico gli argomenti trattati e le loro applicazioni.

#### *Abilità comunicative*

Acquisizione della terminologia tecnica della fisiologia vegetale per comprendere la bibliografia scientifica e per redigere rapporti specialistici.

Sviluppo della capacità di presentare e comunicare informazioni scientifiche in modo chiaro ed efficace, utilizzando un linguaggio tecnico adeguato.

#### *Capacità di apprendimento*

Acquisizione di competenze per l'aggiornamento continuo attraverso la consultazione di testi, articoli scientifici e database; sviluppo della capacità di collegare le conoscenze teoriche a contesti applicativi nel campo della fisiologia vegetale marina, apprendimento delle basi teoriche attraverso l'utilizzo di testi universitari e risorse digitali per approfondire e ampliare la propria conoscenza della disciplina.

## **ENGLISH**

### **Module of Biology of Reproduction and Development of aquatic organisms**

The course aims to provide a complete and updated framework on the basic and applied knowledge of reproductive biology applied to marine organisms. The student will acquire knowledge on the structural organization of the reproductive system of marine organisms through the analysis of the interrelationships between structure, function and evolutionary adaptations. The student will also acquire knowledge on the topic of neuro-endocrine and molecular mechanisms that regulate the differentiation and maturation of gametes and on the functional and morphological alterations induced in an uncontrolled manner by stress. The course also aims for the student to acquire in-depth knowledge relating to the methodologies necessary for the study of life cycles and for the evaluation of the state of the populations that inhabit our seas.

#### *Knowledge and understanding*

At the end of the course the student will have acquired theoretical and practical knowledge on the reproductive and developmental biology of marine animals and will have understood the relationships between reproductive and developmental biology and vital strategies.



#### *Applying knowledge and understanding*

The student will be able to apply the knowledge acquired also in the aquaculture sector. A series of practical laboratory exercises will be carried out in which the student will be able to verify the knowledge acquired relating to the evaluation of the morphology and quality of gametes.

#### *Making judgements*

Administration of ongoing training tests through questionnaires aimed at self-assessment of understanding and learning level of teaching units already completed. Guided test correction activity with error analysis to promptly fill any learning gaps. Conscious evaluation of teaching.

#### *Communication skills*

At the end of the course the student will have acquired the appropriate technical terminology in the field of reproductive and developmental biology to be able to understand information from the specialized bibliography and prepare a speech or a specialist report.

#### *Learning skills*

At the end of the course the student must be able to

- Acquire further information on the discipline with a critical spirit, through the consultation of texts and databases.

- Connect knowledge to various contexts in reproductive and conservation sciences

Acquisition, using university-level textbooks, of theoretical knowledge

### **Module of Physiology of aquatic animal organisms**

The course aims to provide the student with the theoretical bases and methodological tools to learn and interpret from an evolutionary perspective the physiological mechanisms and adaptive strategies that allow the survival of organisms in an aquatic environment.

#### *Knowledge and understanding*

Basic knowledge of the physiology of aquatic animal organisms in the different degrees of organization, from molecular to cellular to that of the individual, knowledge of the peculiar characteristics of the functioning of cells and systems and understanding of the correlations between cellular structure and homeostatic control mechanisms in aquatic animals.

#### *Applying knowledge and understanding*

Ability to interpret, from an evolutionary perspective, the physiological mechanisms of adaptation to the aquatic environment of vertebrates and invertebrates and ability to apply biological analyzes and to detect the activity of physiologically active molecules, with reference to molecular areas, through laboratory methods and microscopy aimed at their application in biotechnology.

#### *Making judgements*

Acquisition of conscious autonomy of judgment with reference to the evaluation, interpretation and re-elaboration of experimental and literature data.

#### *Communication skills*

Acquisition of adequate skills and tools for communication with reference to the ability to illustrate research results

#### *Learning skills*

Acquisition of adequate skills for the continuous development and deepening of skills, with reference to advanced cognitive tools for the continuous updating of knowledge.

### **Module of Fundamentals of autotrophs physiology**

#### *Knowledge and understanding*

The course on marine autotrophs plant physiology will provide a comprehensive and updated view of the physiological processes of marine autotrophic organisms. Students will gain knowledge of the structural and functional organization of aquatic plants, examining the interactions between structure, evolutionary adaptations, and environmental stress responses. The course will explore basic physiological mechanisms



such as photosynthesis, nutrient absorption, and strategies for dealing with environmental stress factors. Methodologies for studying these processes and monitoring the health of aquatic ecosystems will also be introduced.

#### *Applying knowledge and understanding*

Theoretical and practical knowledge of the physiological processes of marine autotrophs. Application of knowledge to sustainable management of aquatic ecosystems and their potential for biomass and energy production. Practical laboratory exercises: analysis of physiological processes (photosynthesis, nutrient absorption) and evaluation of the quality of marine plant organisms.

#### *Making judgements*

Formative assessments during the course through self-assessment questionnaires on learning progress. Corrective activities with error analysis to improve understanding. Development of the ability to critically evaluate practical and theoretical aspects of aquatic plant physiology.

#### *Communication skills*

Acquisition of technical terminology to understand specialized literature and develop reports or presentations focused on marine plant physiology, with particular attention to communication at the specialist level.

#### *Learning skills*

Acquisition of a critical approach to further learning through texts, scientific articles, and databases. Ability to link knowledge to various contexts in the field of plant physiology and environmental management.

### **Prerequisiti**

#### **ITALIANO**

Elementi di Botanica generale, Chimica Generale, Fisica, Biochimica, Citologia animale, Zoologia

#### **ENGLISH**

Elements of general botany, general chemistry, physics, biochemistry, animal cytology, zoology

### **Contenuti**

#### **ITALIANO**

#### **Modulo di Biologia della Riproduzione e dello Sviluppo degli organismi acquatici**

##### *Principali argomenti trattati:*

Il corso si svolgerà attraverso lezioni teoriche frontali e lezioni pratiche ((4CFU; 32 ore di lezioni frontali + 12 ore di laboratorio).

Nel corso delle lezioni frontali saranno affrontati:

- elementi di biologia della riproduzione e sviluppo pre- e postnatale dei principali taxa di animali marini: poriferi, cnidari, platelminti, nematodi, molluschi, anellidi, artropodi, echinodermi, tunicati, agnati, condritti, osteitti, mammiferi
- elementi conoscitivi relativi alla determinazione genetica e ambientale del sesso, ermafroditismo, fecondazione dei medesimi taxa.
- focus sulle diverse strategie riproduttive adottate
- Interazioni tra fattori ambientali e regolazione dei processi riproduttivi e dello sviluppo.

##### *Attività laboratoriali:*

Il corso teorico viene integrato con attività di laboratorio individuale. Nello specifico, gli studenti effettueranno delle analisi degli apparati riproduttivi dei diversi taxa con strategie riproduttive differenti. Gli studenti analizzeranno le diverse fasi della biologia riproduttiva attraverso tecniche macro e microscopiche.

#### **Modulo di Fisiologia degli organismi animali acquatici**

##### *Principali argomenti trattati:*

Il programma del corso si articola in una serie di argomenti fondamentali che trattano gli adattamenti e i meccanismi fisiologici degli organismi marini, con una combinazione di lezioni teoriche, seminari e attività pratiche in laboratorio.



- Introduzione: Panoramica sull'ambiente marino, gli organismi viventi e un'introduzione alla chimica del mare (2 ore).
- Segnali sensoriali e comunicazione: Studio dei meccanismi sensoriali in ambiente marino, tra cui chemorecezione, meccanorecezione, organo della linea laterale, fotorecezione, ecolocalizzazione ed elettrorecezione (6 ore).
- Galleggiamento e locomozione: Approfondimento dei meccanismi di galleggiamento e delle strategie di locomozione negli organismi marini (2 ore).
- Regolazione idrica e osmoregolazione: Esame del bilancio idrico, della regolazione osmotica e dell'escrezione, con un focus sugli adattamenti ionici ed osmotici, sugli animali stenohalini ed eurialini, e sull'ambiente interno (2 ore).
- Adattamenti termici: Effetti della temperatura nell'ambiente marino e strategie di adattamento termico degli organismi (2 ore).
- Circolazione e respirazione: Esplorazione della circolazione e della respirazione in ambiente acquatico, con particolare attenzione alla respirazione branchiale e alla sua organizzazione funzionale (2 ore).

#### *Attività laboratoriali:*

Le attività di laboratorio includono l'apprendimento di tecniche elettrofisiologiche e comportamentali per studiare le risposte sensoriali degli organismi marini. Alle attività sperimentale si affiancheranno seminari sulle principali strategie di adattamento degli organismi marini.

### **Modulo di Fondamenti di Fisiologia degli Autotrofi**

#### *Principali argomenti trattati:*

Il corso ambisce a fornire adeguate conoscenze dei Fondamenti della Fisiologia degli Autotrofi, siano essi eucarioti (come fanerogame marine, alghe verdi, alghe brune e alghe rosse) o procarioti (come i cianobatteri e altre forme di vita procariote autotrofa), presenti in ambienti salmastri e marini. Il corso di svolgerà attraverso lezioni frontali (2 CFU – 16 ore) e pratiche (1 CFU – 12 ore).

Le lezioni teoriche riguarderanno:

✓ Fotosintesi: la radiazione elettromagnetica, la luce come onda e come particella, le membrane fotosintetiche, i pigmenti fotosintetici, organizzazione dell'apparato fotosintetico, lo schema Z, la foto-fosforilazione, fotosintesi ciclica, il ciclo di Calvin-Benson e la fissazione dell'anidride carbonica, il carbossisoma, batteri verdi, batteri rossi, cianobatteri, aspetti evolutivi, la chemosintesi, relazione luce-batimetria-fotosintesi, influenza della qualità e quantità di luce sulla fotosintesi, dissoluzione temperatura-dipendente di ossigeno ed anidride carbonica e loro effetti sulla fotosintesi, applicazioni tecnologiche della fotosintesi per produrre energia ed incrementare l'efficienza produttiva in biomassa.

✓ Assorbimento e metabolismo di azoto, zolfo, e fosforo, macro e micronutrienti, risposte a stress biotici e abiotici, basi fisiologiche dell'eutrofizzazione.

✓ I fitormoni delle fanerogame marine e delle alghe, auxine, giberelline, citochinine, acido abscissico, etilene, sistemi di regolazione nei cianobatteri, nei batteri rossi e nei batteri verdi, le citochinine e il quorum sensing, i prodotti secondari il loro ruolo regolatorio e la loro importanza tecnologica, i fotorecettori, fitocromo e critrocromo e fototropine, la fototassi come risultato dell'attività fotorecettiva ed applicazioni tecnologiche.

Le competenze acquisite durante il corso consentiranno alle studentesse e agli studenti di:

✓ Comprendere i principali meccanismi fisiologici alla base della vita degli organismi autotrofi marini, con particolare attenzione alle relazioni tra struttura e funzione;

✓ Analizzare le strategie adattative degli autotrofi marini, confrontandole con quelle degli organismi animali, per evidenziare le peculiarità ecologiche e funzionali;

✓ Applicare le conoscenze acquisite per interpretare e risolvere problemi legati alle interazioni tra autotrofi e ambiente anche in chiave biotecnologica;

✓ Valutare le potenziali applicazioni tecnologiche e biotecnologiche dei processi fisiologici studiati, con particolare attenzione alla sostenibilità e alla conservazione degli ecosistemi acquatici.

Tali competenze contribuiscono in maniera sostanziale a fornire le competenze biologiche collaterali e complementari agli altri insegnamenti del percorso di studio.

#### *Attività laboratoriali:*

Le attività pratiche si concentreranno su misurazioni dell'evoluzione dell'ossigeno sia in fase acquosa che gassosa, oltre all'estrazione e caratterizzazione di membrane fotosintetiche da piante acquatiche superiori



(come *Posidonia oceanica* e *Ulva lactuca*) e cianobatteri marini (ad esempio, *Synechocystis* e *Synechococcus*). Verranno impiegate tecniche di spettroscopia ed elettroforesi per raccogliere dati e campioni utili alla creazione di setup biotecnologici come sensori o unità biofotovoltaiche (BPV, bio-photovoltaic devices). Sarà inoltre utilizzata la fluorescenza come biosensore per monitorare lo stato delle acque, con particolare attenzione alla qualità ambientale e ai cambiamenti fisiologici degli organismi studiati.

## ENGLISH

### Module of Biology of Reproduction and Development of Aquatic Organisms

#### *Main covered topics:*

The course will take place through theoretical lectures and practical lessons (4 CFU; 32 hours of lectures + 12 hours of laboratory).

During the lectures the following issues will be addressed:

- biology of reproduction and pre- and postnatal development of the main taxa of marine animals: poriferans, cnidarians, flatworms, nematodes, molluscs, annelids, arthropods, echinoderms, tunicates, agnathians, chondrichthyans, osteichthyans, mammals
- genetic and environmental determination of sex, hermaphroditism, fertilization of the same taxa.
- focus on the different reproductive strategies adopted
- interactions between environmental factors and regulation of reproductive and development processes.

#### *Laboratory activities:*

The theoretical course is supplemented by individual laboratory activities. Specifically, students will perform reproductive analyses of different taxa with different reproductive strategies. The students will analyze the different stages of reproductive biology by means of macro and microscopic techniques

### Module of Physiology of Aquatic Animal Organisms

#### *Main covered topics:*

The course program is divided into a series of fundamental topics that deal with the adaptations and physiological mechanisms of marine organisms, with a combination of theoretical lessons, seminars and practical laboratory activities.

- Introduction: Overview of the marine environment, living organisms and an introduction to marine chemistry (2 hours).
- Sensory signals and communication: Study of sensory mechanisms in the marine environment, including chemoreception, mechanoreception, lateral line organ, photoreception, echolocation and electroreception (6 hours).
- Buoyancy and locomotion: In-depth study of buoyancy mechanisms and locomotion strategies in marine organisms (2 hours).
- Water regulation and osmoregulation: Examination of water balance, osmotic regulation and excretion, with a focus on ionic and osmotic adaptations, stenohaline and euryhaline animals, and the internal environment (2 hours).
- Thermal adaptations: Effects of temperature in the marine environment and thermal adaptation strategies of organisms (2 hours).
- Circulation and respiration: Exploration of circulation and respiration in an aquatic environment, with particular attention to gill respiration and its functional organization (2 hours).

#### *Laboratory activities:*

Laboratory activities include learning electrophysiological and behavioral techniques to study the sensory responses of marine organisms. The experimental activities will be accompanied by seminars on the main adaptation strategies of marine organisms.

### Module of Fundamentals of Autotrophs Physiology

#### *Main covered topics:*

The course aims at providing the students with adequate knowledge about the Fundamentals of Physiology of Autotrophs, whether they are eukaryotes (such as marine seagrasses, green algae, brown algae, and red



algae) or prokaryotes (such as cyanobacteria and other autotrophic prokaryotic life forms), present in brackish and marine environments.

The course will take place through lectures (2 CFU – 16 hours) and practical sessions (1 CFU – 12 hours).

The theoretical lessons will cover:

✓ **Photosynthesis:** electromagnetic radiation, light as a wave and as a particle, photosynthetic membranes, photosynthetic pigments, organization of the photosynthetic apparatus, the Z scheme, photophosphorylation, cyclic photosynthesis, the Calvin-Benson cycle and carbon dioxide fixation, the carboxysome, green bacteria, red bacteria, cyanobacteria, evolutionary aspects, chemosynthesis, the relationship between light, bathymetry, and photosynthesis, the influence of light quality and quantity on photosynthesis, temperature-dependent dissolution of oxygen and carbon dioxide and their effects on photosynthesis, technological applications of photosynthesis to produce energy and increase biomass productivity.

✓ **Nutrient Uptake and Metabolism:** nitrogen, sulfur, and phosphorus absorption and metabolism, macro- and micronutrients, responses to biotic and abiotic stress, physiological foundations of eutrophication.

✓ **Marine Phanerogam and Algal Phytohormones:** auxins, gibberellins, cytokinins, abscisic acid, ethylene, regulatory systems in cyanobacteria, red bacteria, and green bacteria, cytokinins, quorum sensing, secondary products and their regulatory roles and technological significance, photoreceptors, phytochrome, cryptochrome, phototropins, phototaxis as a result of photoreceptor activity, and technological applications.

The skills acquired during the course will enable students to:

✓ Understand the main physiological mechanisms underlying the life of marine autotrophic organisms, with particular attention to the relationships between structure and function;

✓ Analyze the adaptive strategies of marine autotrophs, comparing them with those of animal organisms to highlight ecological and functional peculiarities;

✓ Apply acquired knowledge to interpret and solve problems related to interactions between autotrophs and their environment, including a biotechnological perspective;

✓ Evaluate the potential technological and biotechnological applications of the physiological processes studied, with particular attention to sustainability and the conservation of aquatic ecosystems.

These skills substantially contribute to providing collateral and complementary biological competencies to other subjects in the study program.

#### *Laboratory activities:*

The practical lessons will focus on measuring oxygen evolution in both aqueous and gaseous phases, as well as the extraction and characterization of photosynthetic membranes from higher aquatic plants (such as *Posidonia oceanica* and *Ulva lactuca*) and marine cyanobacteria (e.g., *Synechocystis* and *Synechococcus*). Spectroscopy and electrophoresis techniques will be used to collect data and samples for the development of biotechnological setups, such as sensors or bio-photovoltaic devices (BPVs). Fluorescence will also be used as a biosensor to monitor water quality, with particular attention to the environmental quality and physiological changes of the organisms studied.

#### **Metodi didattici**

##### **ITALIANO**

Le lezioni sono strutturate in forma di slide, che presentano in maniera schematica i punti principali. Quando necessario, si integrano filmati e metodi interattivi come quiz in tempo reale, discussioni in piccoli gruppi tramite breakout rooms, e l'uso di piattaforme collaborative come Google Docs per favorire il lavoro di gruppo. Inoltre, durante le lezioni, vengono utilizzati sondaggi in tempo reale con strumenti come Mentimeter o Slido per raccogliere *feedback* immediati e stimolare la partecipazione attiva.

##### **ENGLISH**

The lessons are structured in the form of slides, which present the main points in a schematic manner. When necessary, videos and interactive methods are integrated, such as real-time quizzes, small group discussions via breakout rooms, and the use of collaborative platforms like Google Docs to facilitate group work. Additionally, real-time polls using tools like Mentimeter or Slido are employed to gather immediate feedback and stimulate active participation.



## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

L'esame finale al termine del corso consiste generalmente in una prova scritta con domande aperte e a scelta multipla sugli argomenti svolti nelle lezioni o in una prova orale volta anche ad accertare l'acquisizione delle nozioni impartite in laboratorio.

Giudizio finale

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

1. Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

1.a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze, delle abilità e delle competenze

2. Modalità espositiva:

2.a) capacità espressiva;

2.b) utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;

2.c) capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;

2.d) capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente;

2.e) capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

3. Qualità relazionali:

3.a) disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

4. Qualità personali:

4.a) spirito critico;

4.b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. Capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

N.B. Il corso è un modulo del Corso Integrato (CI) di Biologia della Riproduzione e dello Sviluppo e Fisiologia degli Organismi Acquatici, pertanto, la valutazione finale avverrà solo in seguito al sostenimento delle prove parziali di tutti i moduli che compongono il corso integrato.

### ENGLISH

The final exam at the end of the course generally consists of a written test with open and multiple-choice questions on the topics covered in the lessons and/or an oral test also aimed at verifying the acquisition of the notions taught in the laboratory.



### Final judgement

The final grade takes into account several factors:

Quality of the knowledge, skills, competences:

- a) appropriateness, accuracy and consistency of knowledge
- b) appropriateness, accuracy and consistency of abilities
- c) appropriateness, accuracy and consistency of ability to apply knowledge and understanding

Communication skills:

- a) Ability of expression
- b) Proper use of the specific language of the discipline
- c) Logical skills and inherent consequentiality in communicating
- d) Ability to connect different subjects by finding the common points and establish a consistent overall design, i.e. taking care of structure, organization and logical connections of speech
- e) Ability to summarize also using specific symbolism of each discipline and graphic expression of ideas and concepts, for example in form of formulas, schemes, equations.

Relational qualities:

Availability to exchange and interact with the teacher during the interview.

Personal qualities:

- a) critical thinking
  - b) ability of self-evaluation.
- Consequently, the judgment can be:

a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The candidate demonstrates little acquisition of theoretical knowledge, superficial level, many gaps. Modest communicative abilities, but still sufficient to support a coherent dialogue, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of elementary level; poor capacity of synthesis and rather stunted ability of graphical expression, scanty interaction with the teacher during the interview.

b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a moderate acquisition of knowledge but lack of expatiation, a few gaps; communicative abilities more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of the scientific language, logical capacity and consequentiality in fitting the subjects of moderate complexity, good enough capacity of synthesis and acceptable ability of graphical expression.

c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large wealth of knowledge, moderate in-depth, with small gaps; satisfactory mastery of the communicative abilities and meaningful scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity of synthesis and more than acceptable ability of graphical expression.

d) Very Good (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive wealth of notions, high in-depth, with marginal gaps; remarkable ability in communicating and high mastery of scientific language; remarkable dialogical capacity, good competence and relevant aptitude for logical synthesis, high capacity of synthesis and graphical expression.

e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a wealth of very extensive and in-depth knowledge, irrelevant gaps, high capacity and high mastery in communicating through the scientific language; excellent dialogical ability and marked aptitude to make connections among different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the graphical expression.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, logical limits, if any, are completely irrelevant.



## Botanica Economica e Diritto Europeo delle Biotecnologie

SSD: **BIO/15 – IUS/14**

CFU: **10**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **84 (72 lezione e 12 laboratorio)**

Tipo esame: **Orale/Scritto**

## Modulo di Botanica Economica e Risorse Genetiche

SSD: **BIO/15**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **52 (40 lezione e 12 laboratorio)**

## Modulo di Diritto Europeo delle Biotecnologie

SSD: **IUS/14**

CFU: **4**

Tipo di attività didattica: **lezione**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **32**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti una conoscenza approfondita e una comprensione critica della botanica economica e farmaceutica attraverso la contestualizzazione e descrizione dell'uso tradizionale e moderno delle risorse genetiche per ottenere prodotti funzionali per diversi contesti produttivi in modo sostenibile. Il corso si prefigge inoltre l'obiettivo di analizzare gli elementi principali del processo di integrazione europea, con specifico riguardo alle implicazioni giuridiche da esso derivanti in materie di biotecnologie e biodiritto.

### Modulo di Botanica Economica e Risorse Genetiche

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

L'insegnamento si propone di fornire agli/alle studenti/esse la conoscenza e la comprensione degli usi tradizionali e moderni delle risorse genetiche marine e degli ecosistemi acquatici dalla tradizione alla contestualizzazione nel presente, anche rispetto al concetto di sostenibilità; di esempi paradigmatici di botanica economica e farmaceutica attraverso la descrizione di diversi taxa e/o raggruppamenti e del loro sfruttamento in diversi contesti industriali; delle strategie sostenibili di sfruttamento delle risorse genetiche nella moderna botanica economica e farmaceutica, ispirate alla biomimetica, alle biotecnologie e alla chimica verde; delle principali molecole di origine naturale utili all'ingredientistica di prodotti funzionali; delle principali strategie estrattive e le principali molecole di origine naturale utili alla produzione di prodotti funzionali; delle principali strategie biotecnologiche per la produzione di biomasse utili nel contesto industriale e ambientale; della botanica economica e farmaceutica nel contesto salutistico, farmaceutico e fitoveterinario.



#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Le conoscenze e le competenze acquisite durante il corso consentiranno alle studentesse e agli studenti di saper impostare e gestire modelli sostenibili di sfruttamento delle risorse genetiche marine e degli ecosistemi acquatici; saper individuare le potenzialità applicative di una risorsa genetica marina e degli ecosistemi acquatici collocandole in un contesto produttivo; saper interpretare e gestire in un'ottica sostenibile lo sfruttamento economico di una risorsa genetica; saper gestire i parametri essenziali di valorizzazione di una risorsa genetica rispetto ad una filiera di produzione, con specifico e paradigmatico riferimento alla produzione di prodotti funzionali; saper produrre biomasse di interesse economico attraverso processi biotecnologici

#### *Autonomia di giudizio*

Durante il corso, il docente distribuirà agli studenti dei questionari di valutazione del livello di apprendimento. Attraverso tale strumento, gli studenti avranno modo di verificare le conoscenze acquisite sulle tematiche oggetto di studio. Inoltre, al termine del corso, gli studenti dovranno saper mettere in relazione le conoscenze e le competenze acquisite dimostrando di saper dare giudizi autonomi su tematiche scientifiche attuali e risvolti etici connessi.

#### *Capacità di comunicazione*

Lo studente acquisirà capacità di comunicazione scritta e orale attraverso l'utilizzo di una corretta terminologia scientifica.

#### *Capacità di apprendimento autonoma*

Acquisizione, attraverso l'uso di testi di livello universitario, delle conoscenze teoriche essenziali sul significato di botanica economica e di biologia farmaceutica attraverso la contestualizzazione e descrizione dell'uso tradizionale e moderno delle risorse genetiche per ottenere prodotti funzionali per diversi contesti produttivi in modo sostenibile.

### **Modulo di Diritto Europeo delle Biotecnologie**

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Il corso si propone di dotare gli studenti di conoscenze approfondite sui principi giuridici e normativi che regolano le biotecnologie nell'Unione Europea, incluse le direttive sulla brevettabilità delle invenzioni biotecnologiche, le normative sulla protezione dei dati relativi alla ricerca genetica e i quadri normativi per l'autorizzazione di prodotti biotecnologici. Particolare attenzione sarà rivolta ai meccanismi giuridici che disciplinano l'accesso e l'uso delle risorse genetiche, alle disposizioni riguardanti la responsabilità e il controllo etico delle biotecnologie, nonché ai sistemi giuridici per la valutazione del loro impatto sulla salute umana e sull'ambiente. Queste conoscenze permetteranno agli studenti di comprendere il ruolo delle biotecnologie nel diritto europeo e di analizzare criticamente le sfide giuridiche emergenti.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Le competenze acquisite consentiranno agli studenti di applicare principi e normative del diritto europeo per affrontare questioni pratiche, quali la regolamentazione dei brevetti biotecnologici, la compliance normativa nel settore biomedico e biotecnologico, e la risoluzione di controversie legate all'uso di biotecnologie. Il corso fornirà inoltre gli strumenti per redigere analisi giuridiche su questioni complesse in questo ambito.

#### *Autonomia di giudizio*

Il corso incoraggia lo sviluppo di un pensiero critico e di un'autonomia di giudizio nell'analisi dei dati giuridici, delle normative e delle sentenze rilevanti, nonché nella valutazione di politiche europee sulle biotecnologie. Gli studenti saranno stimolati a confrontarsi con dilemmi etici e giuridici, sviluppando soluzioni equilibrate e fondate.

#### *Capacità di comunicazione*

Durante il corso, gli studenti acquisiranno la capacità di comunicare in modo efficace le conoscenze giuridiche acquisite, sia in contesti accademici che professionali. Verrà enfatizzato l'uso appropriato di terminologie tecniche e legali specifiche del diritto biotecnologico, favorendo l'interazione con esperti del settore e stakeholder istituzionali.



### *Capacità di apprendimento autonoma*

Le conoscenze di base fornite dal corso costituiscono una piattaforma per approfondire e aggiornarsi continuamente sugli sviluppi normativi e giurisprudenziali del diritto europeo delle biotecnologie. Gli studenti saranno incoraggiati a mantenere un approccio dinamico e interdisciplinare, necessario per affrontare le rapide evoluzioni di questo settore in continua trasformazione.

### **ENGLISH**

The course aims to provide students with an in-depth knowledge and critical understanding of economic botany and pharmaceutical biology through the contextualization and description of the traditional and modern use of genetic resources to obtain functional products for various production contexts in a sustainable manner. The course also aims to analyze the key elements of the European integration process, with a specific focus on the legal implications arising from it in the fields of biotechnology and bio-law.

### **Economic Botany and Genetic Resources Module**

#### *Knowledge and understanding*

The main educational objective of the course is to provide students with the knowledge and understanding of the concepts of economic botany and pharmaceutical biology. This is achieved by contextualizing and describing the traditional and modern use of genetic resources to obtain functional products for various production contexts in a sustainable manner.

The course specifically focuses on offering insights into the traditional and modern applications of marine genetic resources and aquatic ecosystems, such as marine seagrasses, algae (s.l.), and plant species from aquatic environments broadly defined. It emphasizes the transition from traditional uses to their present-day applications, particularly in relation to sustainability. Additionally, the course explores paradigmatic examples of economic botany and pharmaceutical biology by describing various taxa or groups and their industrial exploitation. It also delves into sustainable strategies for utilizing genetic resources in modern economic botany and pharmaceutical biology, drawing inspiration from biomimetics, biotechnology, and green chemistry. The program examines key molecules of natural origin that are essential for developing functional products, as well as the primary extraction strategies used for their production. Furthermore, it covers significant biotechnological approaches for producing biomass with industrial and environmental applications. Finally, the course highlights the relevance of economic botany and pharmaceutical biology in health, pharmaceutical, and veterinary contexts.

#### *Applying knowledge and understanding*

The knowledge and skills acquired during the course will enable students to design and manage sustainable models for the exploitation of marine genetic resources and aquatic ecosystems. Students will be equipped to identify the potential applications of a marine genetic resource and aquatic ecosystems, situating them within a productive context. They will develop the ability to interpret and manage the economic exploitation of genetic resources from a sustainability perspective.

Furthermore, students will learn to handle the essential parameters for the valorization of genetic resources within a production chain, with specific and paradigmatic reference to the production of functional products. Lastly, they will acquire the ability to produce economically significant biomasses through biotechnological processes.

#### *Making judgements*

During the course, the instructor will provide students with evaluation questionnaires to assess their level of learning. This tool will allow students to verify their understanding of the topics covered in the curriculum. Furthermore, by the end of the course, students will be expected to integrate the knowledge and skills acquired, demonstrating their ability to form independent judgments on current scientific issues and the related ethical implications.

#### *Communication skills*

The student will develop written and oral communication skills by using accurate scientific terminology.

#### *Learning skills*

Through the use of university-level texts, students will acquire essential theoretical knowledge about the meaning of economic botany and pharmaceutical biology by contextualizing and describing the traditional and modern uses of genetic resources to develop functional *products for various productive contexts in a sustainable manner*.



## European Biotechnology Law Module

### *Knowledge and understanding*

The course aims to equip students with in-depth knowledge of the legal principles and regulations governing biotechnology within the European Union, including directives on the patentability of biotechnological inventions, regulations on the protection of data related to genetic research, and regulatory frameworks for the authorization of biotechnological products. Special attention will be given to the legal mechanisms regulating access to and use of genetic resources, provisions concerning liability and ethical oversight of biotechnologies, as well as legal systems for evaluating their impact on human health and the environment. This knowledge will enable students to understand the role of biotechnology in European law and to critically analyze emerging legal challenges.

### *Applying knowledge and understanding*

The skills acquired will enable students to apply European legal principles and regulations to address practical issues, such as the regulation of biotechnological patents, regulatory compliance in the biomedical and biotechnological sectors, and the resolution of disputes related to the use of biotechnologies. The course will also provide tools for drafting legal analyses on complex issues in this field.

### *Making judgements*

The course encourages the development of critical thinking and independent judgment in analyzing legal data, regulations, and relevant rulings, as well as in evaluating European policies on biotechnology. Students will be challenged to engage with ethical and legal dilemmas, developing balanced and well-founded solutions.

### *Communication skills*

During the course, students will develop the ability to effectively communicate the legal knowledge they acquire, both in academic and professional contexts. Emphasis will be placed on the appropriate use of technical and legal terminology specific to biotechnology law, fostering interaction with industry experts and institutional stakeholders.

### *Learning skills*

Le conoscenze di base fornite dal corso costituiscono una piattaforma per approfondire e aggiornarsi continuamente sugli sviluppi normativi e giurisprudenziali del diritto europeo delle biotecnologie. Gli studenti saranno incoraggiati a mantenere un approccio dinamico e interdisciplinare, necessario per affrontare le rapide evoluzioni di questo settore in continua trasformazione.

## Prerequisiti

### ITALIANO

Principi generali di Biologia Vegetale e Sistematica.

### ENGLISH

Biology and Systematics (e.g., marine seagrasses, algae *sensu lato*, and plant species from aquatic ecosystems in the broadest sense of the term).

## Contenuti

### ITALIANO

#### Modulo di Botanica Economica e Risorse Genetiche

##### *Principali argomenti trattati:*

Definizione di Botanica Economica e delle aree di interesse. Etnobotanica: tra tradizione e normativa, tra sviluppo di prodotti e di mercati. Dalla tradizione alla contestualizzazione nel presente, anche rispetto al concetto di sostenibilità. Linee guida e buone pratiche nella selezione e documentazione delle risorse fitogenetiche marine e degli ecosistemi acquatici. La conoscenza delle risorse fitogenetiche, dal nome scientifico come garanzia di autenticità all'importanza della standardizzazione della qualità delle specie per la moderna botanica economica.

La Botanica Economica attraverso la descrizione di diversi taxa e/o raggruppamenti e del loro sfruttamento in diversi contesti industriali. Risorse fitogenetiche marine e degli ecosistemi acquatici di derivazione biotecnologica nella produzione di materia prima per l'industria alimentare. Le strategie sostenibili di sfruttamento delle risorse genetiche nella moderna botanica economica ispirate alla biomimetica, alle biotecnologie e alla chimica verde. Le principali strategie estrattive e le principali molecole di origine naturale utili alla produzione di prodotti funzionali. Metaboliti primari versus metaboliti secondari nello sviluppo di



prodotti industriali attuali. Le principali strategie biotecnologiche per la produzione di biomasse utili nel contesto industriale e ambientale. Biodiversità, conservazione ed ecologia: esempi di utilizzazione etica e sostenibile di risorse fitogenetiche.

*Attività laboratoriali:*

Metaboliti secondari, pigmenti e attività antiossidante.

**Modulo di Diritto Europeo delle Biotecnologie**

*Principali argomenti trattati:*

Modulo 1

Introduzione al Diritto Europeo delle Biotecnologie

1. Definizione e ambiti delle biotecnologie.
2. Il ruolo dell'Unione Europea nella regolamentazione delle biotecnologie.
3. Trattati e principi fondamentali: il ruolo del Trattato sul Funzionamento dell'UE (TFUE).

Modulo 2

Proprietà Intellettuale e Brevetti Biotecnologici

1. La Direttiva 98/44/CE sulla protezione giuridica delle invenzioni biotecnologiche.
2. Brevettabilità di organismi viventi e DNA: criteri, limiti e controversie.
3. Il rapporto tra diritto europeo e convenzioni internazionali (es. Convenzione sul Brevetto Europeo).
4. Analisi giuridica di casi studio sulla brevettazione biotecnologica.

Modulo 3

Etica e Diritti Umani nelle Biotecnologie

1. Protezione dei diritti umani nella ricerca genetica e biomedica.
2. La Carta dei Diritti Fondamentali dell'UE e il rispetto della dignità umana.
3. Considerazioni etiche sul gene editing, CRISPR e terapie geniche.
4. La Convenzione di Oviedo e il suo ruolo nell'UE.

Sicurezza Alimentare e Ambientale

1. Regolamentazione degli organismi geneticamente modificati (OGM):
2. La Direttiva 2001/18/CE e il Regolamento 1829/2003.
3. Valutazione del rischio e autorizzazione degli OGM.
4. Impatti ambientali delle biotecnologie e il principio di precauzione.
5. Il ruolo dell'Agenzia europea per la sicurezza alimentare (EFSA).

Modulo 4

Protezione dei Dati e Biotecnologie

1. GDPR e dati genetici: protezione della privacy nella ricerca biotecnologica.
2. Regolamentazione del trattamento dei dati personali nell'ambito sanitario e di ricerca.
3. Analisi di casi di studio su violazioni della privacy genetica.

Modulo 5

Biotecnologie e Politiche Pubbliche\*\*

1. La governance delle biotecnologie a livello europeo.
2. Politiche di finanziamento e ricerca: Horizon Europe e il sostegno all'innovazione biotecnologica.
3. Ruolo delle biotecnologie nella strategia UE per la sostenibilità e la transizione verde.

**ENGLISH**

**Economic Botany and Genetic Resources Module**

*Main covered topics:*

Definition of Economic Botany and its areas of interest. Ethnobotany: between tradition and regulation, between the development of products and markets. From tradition to contextualization in the present, also concerning the concept of sustainability. Guidelines and best practices in the selection and documentation of marine phylogenetic resources and aquatic ecosystems. The knowledge of phylogenetic resources, from the scientific name as a guarantee of authenticity to the importance of standardizing the quality of species for modern economic botany.

Economic Botany through the description of various taxa and/or groups and their exploitation in different industrial contexts. Marine phylogenetic resources and aquatic ecosystems of biotechnological origin in the production of raw materials for the food industry. Sustainable strategies for the exploitation of genetic resources in modern economic botany inspired by biomimicry, biotechnology, and green chemistry. The main



extraction strategies and the key molecules of natural origin useful for the production of functional products. Primary metabolites versus secondary metabolites in the development of current industrial products. The main biotechnological strategies for the production of biomass useful in industrial and environmental contexts. Biodiversity, conservation, and ecology: examples of ethical and sustainable use of phylogenetic resources.

*Laboratory activities:*

Secondary metabolites, pigments, and antioxidant activity.

**European Biotechnology Law Module**

*Main covered topics:*

Module 1

Introduction to European Biotechnology Law

1. Definition and scope of biotechnology.
2. The role of the European Union in biotechnology regulation.
3. Treaties and fundamental principles: the role of the Treaty on the Functioning of the EU (TFEU).

Module 2

Intellectual Property and Biotechnological Patents

1. Directive 98/44/EC on the legal protection of biotechnological inventions.
2. Patentability of living organisms and DNA: criteria, limits, and controversies.
3. The relationship between European law and international conventions (e.g., European Patent Convention).
4. Legal analysis of case studies on biotechnological patents.

Module 3

Ethics and Human Rights in Biotechnology

1. Protection of human rights in genetic and biomedical research.
2. The Charter of Fundamental Rights of the EU and the respect for human dignity.
3. Ethical considerations on gene editing, CRISPR, and gene therapies.
4. The Oviedo Convention and its role in the EU.

Food and Environmental Safety

1. Regulation of genetically modified organisms (GMOs).
2. Directive 2001/18/EC and Regulation 1829/2003.
3. Risk assessment and authorization of GMOs.
4. Environmental impacts of biotechnology and the precautionary principle.
5. The role of the European Food Safety Authority (EFSA).

Module 4

Data Protection and Biotechnology

1. GDPR and genetic data: privacy protection in biotechnological research.
2. Regulation of personal data processing in healthcare and research contexts.
3. Case studies on genetic privacy violations.

Module 5

Biotechnology and Public Policy

1. Governance of biotechnology at the European level.
2. Funding and research policies: Horizon Europe and support for biotechnological innovation.
3. The role of biotechnology in the EU strategy for sustainability and the green transition.

**Metodi didattici**

**ITALIANO**

**Modulo di Botanica Economica e Risorse Genetiche**

Lezioni frontali in aula, attività seminariali e pratiche in laboratorio con l'utilizzo anche di mezzi informatici e della piattaforma e-learning.

**Modulo di Diritto Europeo delle Biotecnologie**

Lezioni frontali in aula con l'utilizzo anche di mezzi informatici e della piattaforma e-learning.

**ENGLISH**

**Economic Botany and Genetic Resources Module**

Lectures in the classroom, seminar activities, and laboratory practices, also using computer tools and the e-learning platform.



## European Biotechnology Law Module

Classroom lectures, also using computer tools and the e-learning platform.

### Verifica dell'apprendimento

#### ITALIANO

Colloquio orale, prove scritte in itinere con utilizzo della piattaforma e-learning di UNICA e discussione di articoli scientifici inerenti alle sperimentazioni applicate in laboratorio e le tematiche trattate nel corso. Durante le esercitazioni in laboratorio lo studente dovrà dimostrare di avere acquisito le tecniche utilizzate.

Giudizio finale

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze
- b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità
- c) appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze

Modalità espositiva:

Capacità espressiva;

- b) Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
- c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
- d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
- e) Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- a) spirito critico;
- b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

- c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

- d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

- e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

#### ENGLISH

**Oral exam**, written tests during the course using the **UNICA e-learning platform**, and discussion of scientific articles related to laboratory experiments and the topics covered in the course. During laboratory exercises, students will be required to demonstrate that they have acquired the techniques used.

#### Final Evaluation

The final grade takes into account various factors:



**Quality of knowledge, skills, and competencies possessed and/or demonstrated:**

- a) appropriateness, accuracy, and consistency of knowledge
- b) appropriateness, accuracy, and consistency of skills
- c) appropriateness, accuracy, and consistency of competencies

**Presentation Skills:**

- a) Expressive ability
- b) Appropriate use of the discipline's specific language
- c) Logical ability and coherence in linking the content
- d) Ability to connect different topics, finding common points and creating a coherent overall design, ensuring structure, organization, and logical connections in the presentation
- e) Ability to synthesize, also through the use of the specific symbols of the subject and the graphic representation of notions and concepts (e.g., formulas, diagrams, equations)

**Interpersonal Skills:**

- a) Willingness to exchange and interact with the instructor during the oral exam

**Personal Qualities:**

- a) Critical thinking
- b) Ability to self-assess

**Consequently, the evaluation can be:**

- a) **Sufficient (18 to 20/30):** The candidate demonstrates limited knowledge, a superficial level with many gaps. Expressive abilities are modest but sufficient for a coherent conversation. Logical abilities and coherence are basic. Limited ability to synthesize and graphic expression. Little interaction with the instructor during the oral exam.
- b) **Discreet (21 to 23/30):** The candidate demonstrates decent acquisition of knowledge with limited depth and few gaps. Expressive skills are more than adequate for a coherent conversation. Acceptable command of scientific language. Logical abilities and coherence in connecting topics of moderate complexity. Sufficient ability to synthesize and acceptable graphic expression.
- c) **Good (24 to 26/30):** The candidate demonstrates a fairly wide range of knowledge with moderate depth, minor gaps. Satisfactory expressive abilities and significant command of scientific language. Strong dialogue skills and critical thinking. Good ability to synthesize and acceptable graphic expression.
- d) **Excellent (27 to 29/30):** The candidate demonstrates an extensive, well-rounded knowledge base with only marginal gaps. Remarkable expressive abilities and high command of scientific language. Strong dialogue skills, good competence, and relevant aptitude for logical synthesis. High ability to synthesize and express graphically.
- e) **Outstanding (30/30):** The candidate demonstrates an extensive and deeply thorough knowledge base, with any gaps being irrelevant. High expressive abilities and excellent command of scientific language. Excellent dialogue skills, remarkable ability to link different topics, excellent ability to synthesize, and great fluency with graphic expression.

**Honors** is awarded to candidates significantly above average, whose potential gaps in knowledge, expression, conceptual understanding, or logic are overall negligible.



## Tecniche di Chimica Ambientale e degli Alimenti

SSD: **CHIM/12 – CHIM/10**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **72**

Tipo esame: **scritto e orale**

### Modulo di Tecniche di Chimica Ambientale

SSD: **CHIM/12**

CFU: **3**

Tipo di attività didattica: **laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **36**

### Modulo di Tecniche di Chimica degli Alimenti

SSD: **CHIM/10**

CFU: **3**

Tipo di attività didattica: **laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **36**

#### Obiettivi

##### ITALIANO

Il corso di “Tecniche di Chimica Ambientale e degli Alimenti” si propone di fornire agli studenti nozioni teoriche e pratiche inerenti alle tecniche di analisi degli alimenti e dell’ambiente. Agli studenti verranno presentati i concetti di base della chimica analitica, le principali metodologie di campionamento, di trattamento del campione, delle tecniche di analisi chimica elementare (spettroscopia di assorbimento atomico, spettroscopia di emissione atomica a plasma ad accoppiamento induttivo, fluorescenza a raggi X), di analisi chimica mineralogica (diffrazione a raggi X), di spettroscopia molecolare (spettroscopia UV-vis, spettroscopia infrarossa) e di spettrometria di massa. Per quanto concerne la parte ambientale, il corso fornirà allo studente conoscenze teoriche e pratiche sulla chimica delle acque (acqua di mare, acque dolci, acque di falda), e di matrici solide ambientali e sulle tecniche analitiche di determinazione dei parametri fisici, chimici e chimico-fisici e della composizione chimica, per lo studio di matrici ambientali contaminate da specie inorganiche (metalli pesanti e metalloidi) e composti organici (idrocarburi, composti organici volatili solubili). Altresì, riguardo agli alimenti, l’insegnamento si propone di fornire agli studenti una approfondita conoscenza, teorica e pratica, delle caratteristiche chimico-fisiche e nutrizionali dei prodotti del mare e degli organismi acquatici, con particolare riferimento a quelli sfruttabili dal punto di vista biotecnologico (es. microalghe). Verrà studiato l’impatto che i processi tecnologici di produzione e di lavorazione, nonché quelli di conservazione hanno sulla composizione di questi prodotti e dei loro derivati biotecnologici. Particolare attenzione verrà data ai metodi analitici più moderni utilizzati per l’analisi della composizione chimica. Il corso si soffermerà sulle caratteristiche positive, nutrizionali e salutistiche dei prodotti acquatici, ma approfondirà anche la conoscenza delle componenti negative, tossiche o potenzialmente dannose per l’organismo. Verranno approfondite quindi le principali fonti di contaminazione dei prodotti ittici e loro trasformati da agro-farmaci, metalli pesanti e altri inquinanti, il loro impatto e le principali metodiche analitiche per il loro riconoscimento e quantificazione.

#### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente acquisirà:

- I concetti della chimica ambientale e della chimica analitica di base;



- Le conoscenze di base relative alla chimica di matrici acquose e solide;
- Le conoscenze sulle possibili cause di inquinamento delle diverse matrici ambientali;
- Conoscenze sulle principali tecniche di spettroscopia atomica e molecolare e della fluorescenza a raggi X per la caratterizzazione delle matrici acquose e solide e cenni sulla diffrazione a raggi X per lo studio della composizione mineralogica di matrici solide;
- Conoscenze di base sulla valutazione della speciazione, mobilità, biodisponibilità e tossicità di specie chimiche inorganiche;
- Conoscenze di base sulle tecniche chimiche di risanamento ambientale.
- Capacità di comprendere i processi di produzione delle materie prime con particolare riferimento ai prodotti del mare e agli organismi acquatici;
- Capacità di comprendere le operazioni alla base dei processi di trasformazione delle materie prime con particolare riferimento ai prodotti del mare e loro sfruttamento dal punto di vista biotecnologico;
- Capacità di comprendere le operazioni alla base dei processi di conservazione delle materie prime con particolare riferimento ai prodotti del mare e loro sfruttamento dal punto di vista biotecnologico;
- Capacità di comprendere e di applicare in laboratorio le principali metodiche analitiche strumentali e non per la caratterizzazione chimico-fisica e nutrizionale dei prodotti del mare degli organismi acquatici;
- Capacità di comprendere e di applicare in laboratorio le principali metodiche analitiche strumentali per il riconoscimento qualitativo e la quantificazione di prodotti fitosanitari nelle acque e nei prodotti del mare;
- Capacità di comprendere e di applicare in laboratorio le principali metodiche analitiche strumentali per il riconoscimento qualitativo e la quantificazione di metalli pesanti e altri inquinanti nelle acque e nei prodotti del mare.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Attraverso le conoscenze acquisite lo studente sarà in grado di:

- comprendere la simbologia chimica e il linguaggio scientifico associati allo studio di matrici ambientali acquose, solide e alimentari e più in generale alla chimica ambientale e analitica;
- operare consapevolmente in laboratorio con attrezzature, strumenti e metodi appropriati in relazione alle tecniche analitiche utili nella chimica ambientale e alimentare;
- analizzare problemi inerenti ai fenomeni di inquinamento legate all'ambiente marino e alle matrici acquose, solide e alimentari ad esso connesse;
- comprendere e saper interpretare le informazioni estratte dall'applicazione delle diverse tecniche analitiche;
- identificare lo stato di compromissione delle matrici ambientali acquose, solide e alimentari in base all'analisi della loro composizione chimica e dei parametri fisici, chimici, e chimico-fisici;
- ipotizzare le possibilità di risanamento ambientale di tipo chimico;
- svolgere ricerche bibliografiche e interpretare i dati relativi alla chimica ambientale e alimentare riportati nella letteratura scientifica nazionale ed internazionale.

#### *Autonomia di giudizio*

Lo studente dovrebbe essere in grado di prevedere le analisi chimiche e strumentali da portar avanti per poter individuare e quantificare i contaminanti presenti in matrici ambientali acquose, solide e alimentari e le possibili azioni da intraprendere per il loro risanamento.

#### *Abilità comunicative*

- Acquisire il linguaggio più opportuno per relazionarsi con utenti e professionisti del settore chimico-ambientale, alimentare e biotecnologico;
- Acquisire il linguaggio più opportuno per spiegare e presentare in pubblico, in maniera puntuale e analitica, dati tratti da pubblicazioni scientifiche o derivanti da esperienze di laboratorio.
- Acquisire il linguaggio specifico dei diversi argomenti del corso ed essere in grado di spiegare correttamente i concetti tecnici e scientifici trattati;
- Acquisire la capacità di collegare argomenti diversi trovando punti in comune e stabilendo un disegno complessivo coerente, cioè, curando la struttura, l'organizzazione e le connessioni logiche del discorso espositivo.



### *Capacità di apprendimento*

Le attività laboratoriali e le introduzioni teoriche dovrebbero permettere allo studente di collegare i diversi argomenti e facilitare l'apprendimento auto-gestito e autonomo e quello collaborativo derivante dallo svolgimento delle attività in piccoli gruppi.

Il corso fornisce agli studenti conoscenze di base sulle interazioni tra le diverse matrici ambientali e le attività antropiche, in particolare in relazione ai fenomeni di inquinamento delle matrici ambientali acquose, solide e alimentari. Contribuisce a renderli consapevoli della necessità di progresso tecnologico e innovazione volti alla riqualificazione delle aree urbane, periurbane e rurali, di studio/riduzione/risoluzione dei fenomeni di inquinamento al fine di ridurre il numero di decessi e malattie dovute all'immissione in ambiente di sostanze chimiche pericolose e alla contaminazione di aria, acqua, suolo, e alimenti; dell'adozione di pratiche sostenibili nella gestione ed utilizzo efficiente delle risorse, del miglioramento della qualità dell'acqua, degli ecosistemi marini e delle matrici solide.

In aggiunta, il corso fornisce quelle conoscenze e competenze di base che rendono gli studenti in grado di approfondire gli argomenti trattati nella bibliografia nazionale ed internazionale durante il loro successivo percorso di vita professionale (lifelong learning).

## **ENGLISH**

### *Knowledge and understanding*

The student will acquire:

- The concepts of environmental chemistry and basic analytical chemistry.
- Basic knowledge of the chemistry of aqueous and solid matrices.
- Knowledge of the possible causes of pollution of different environmental matrices.
- Knowledge of the main techniques of atomic and molecular spectroscopy, X-ray fluorescence and diffraction for the characterization of aqueous and solid matrices.
- Basic knowledge of the evaluation of speciation, mobility, bioavailability and toxicity of inorganic chemical species.
- Basic knowledge of chemical techniques for environmental remediation.
- Ability to understand the production processes of raw materials with reference to seafood and aquatic organisms.
- Ability to understand the operations underlying the transformation processes of raw materials with reference to seafood and their exploitation from a biotechnological point of view.
- Ability to understand the operations underlying the processes of conservation of raw materials with reference to seafood and their exploitation from a biotechnological point of view.
- Ability to understand and apply in the laboratory the main instrumental and non-instrumental analytical methods for the chemical-physical and nutritional characterization of seafood and aquatic organisms.
- Ability to understand and apply in the laboratory the main instrumental analytical methods for the qualitative recognition and quantification of plant protection products in water and seafood.
- Ability to understand and apply in the laboratory the main instrumental analytical methods for the qualitative recognition and quantification of heavy metals and other pollutants in water and seafood.

### *Applying knowledge and understanding*

Through the knowledge acquired, the student will be able to:

- understand the chemical symbols and scientific language associated with the study of aqueous, solid and food environmental matrices and more generally with environmental and analytical chemistry.
- operate consciously in the laboratory with appropriate equipment, tools and methods in relation to the analytical techniques useful in environmental and food chemistry.
- analyse problems inherent to pollution phenomena related to the marine environment and the aqueous, solid and food matrices connected to it.
- understand and be able to interpret the information extracted from the application of the different analytical techniques.
- identify the state of the aqueous, solid and food environmental matrices based on the analysis of their chemical composition and physical, chemical, and chemical-physical parameters.
- hypothesize the possibilities of chemical environmental remediation.
- ability to carry out bibliographic research and interpret data relating to environmental and food chemistry reported in the national and international scientific literature.



### *Making judgements*

The student should be able to predict the chemical and instrumental analyses to be carried out to identify and quantify the contaminants present in aqueous, solid and food environmental matrices and the possible actions to be undertaken for their remediation.

### *Communication skills*

- Acquire the most appropriate language to communicate with users and professionals in the environmental, food, and biotechnological sectors.
- Acquire the most appropriate language to explain and present, in a precise and analytical manner, data derived from scientific publications or laboratory experiences to the public.
- Acquire the specific language of the various topics covered in the course and be able to correctly explain the technical and scientific concepts discussed.
- Develop the ability to connect different topics by identifying common points and establishing a coherent overall framework, that is, by paying attention to the structure, organization, and logical connections of the presented discourse.

### *Learning skills*

Laboratory activities and theoretical introductions should enable students to connect various topics and facilitate both self-directed and autonomous learning, as well as collaborative learning resulting from activities carried out in small groups. The course provides students with foundational knowledge on the interactions between different environmental matrices and anthropogenic activities, particularly in relation to pollution phenomena affecting aqueous, solid, and food matrices. It helps students raise awareness of the need for technological progress and innovation aimed at the rehabilitation of urban, peri-urban, and rural areas, and the study/reduction/solution of pollution phenomena to reduce the number of deaths and diseases caused by the release of hazardous chemicals into the environment and the contamination of air, water, soil, and food. It also promotes the adoption of sustainable practices in the management and efficient use of resources, improvement of the quality of water, marine ecosystems, and solid matrices. Additionally, the course provides the fundamental knowledge and skills that enable students to deepen the topics covered in the national and international literature during their subsequent professional career (lifelong learning).

### **Prerequisiti**

#### **ITALIANO**

I prerequisiti richiesti sono rappresentati da conoscenze di base della Chimica generale e inorganica e organica. Sono inoltre comprese nei prerequisiti le capacità dello studente di comprendere testi di vario tipo, riassumere le informazioni più importanti per il raggiungimento degli obiettivi didattici, dotarsi di un metodo di studio efficace, efficiente e coerente con le proprie capacità e attitudini. Per quanto riguarda il metodo di studio e di organizzazione dello studio, il docente è disponibile a fornire dei consigli sia durante le lezioni sia mediante la fornitura di materiale didattico di supporto.

#### **ENGLISH**

The required prerequisites are represented by basic knowledge of general, inorganic and organic chemistry. The prerequisites also include the student's ability to understand various types of texts, summarize the most important information for achieving the educational objectives, and acquire an effective, efficient and coherent study method with their own abilities and aptitudes. As regards the study method and study organization, the teacher is available to provide advice both during the lessons and through the provision of supporting teaching materials.

### **Contenuti**

#### **ITALIANO**

##### *Principali argomenti trattati:*

Prima Parte: Introduzione alla Chimica Ambientale. Definizione e ruolo della Chimica Ambientale; matrici ambientali e loro inquinamento; speciazione, mobilità e biodisponibilità delle specie chimiche in ambiente e loro relazione con la tossicità; brevi cenni sugli aspetti di coerenza (Legge costituzionale 11 febbraio 2022 n. 1, Testo Unico Ambientale D. Lgs. 152/2006, Legge n. 68 del 2015) e norme internazionali per la gestione di aspetti ambientali.

Seconda parte: Introduzione alla Chimica Analitica e alle tecniche analitiche; principi di base della chimica analitica; analisi dell'errore e trattamento statistico dei dati; principali metodologie di campionamento e



trattamento del campione; tecniche di analisi chimica elementare (spettroscopia di assorbimento atomico, spettroscopia di emissione atomica a plasma ad accoppiamento induttivo, fluorescenza a raggi X), di analisi chimica mineralogica (diffrazione a raggi X), e di spettroscopia molecolare (spettroscopia UV-vis, spettroscopia infrarossa); la cromatografia (liquida e gassosa), HPLC e GC; spettrometria di massa; la retta di calibrazione, cos'è e come si usa.

Terza Parte: Chimica e inquinamento di matrici acquose e solide. Le acque naturali e loro classificazione (acqua di mare, acque dolci, acque di falda). Determinazione dei parametri fisici, chimici e chimico-fisici di un'acqua. Principali inquinanti e metodologie di potabilizzazione o trattamento delle acque. Analisi quantitativa di contaminanti in matrici acquose; chimica del suolo; determinazione della composizione chimica e mineralogica di matrici solide; principali inquinanti e metodologie di risanamento ambientale; metodologie di speciazione e determinazione della mobilità mediante estrazioni sequenziali; analisi quantitativa di contaminanti in matrici solide.

Quarta Parte: Introduzione alle tecnologie alimentari; definizioni e classificazione delle tecnologie e dei prodotti alimentari; prodotti del mare e organismi acquatici a potenziale attività biotecnologica; macro e microalghe; macronutrienti: proteine, lipidi e carboidrati; micronutrienti: Sali Minerali e Vitamine; modificazioni indotte da processi tecnologici di produzione e conservazione; trattamenti con mezzi fisici: alte temperature, concentrazione ed essiccamento, basse temperature, congelamento e surgelazione, utilizzo di radiazioni e alte pressioni; trattamenti con mezzi chimici: gli additivi alimentari, conservanti, antiossidanti, emulsionanti;

Quinta Parte: spiegazione ed applicazione in laboratorio delle principali metodiche analitiche utilizzate per lo studio delle caratteristiche chimico-fisiche e nutrizionali degli alimenti con particolare riferimento ai prodotti del mare; proximate e ultimate analysis; spiegazione ed applicazione in laboratorio delle principali metodiche analitiche per il riconoscimento qualitativo e quantitativo di sostanze inquinanti nei prodotti del mare.

## ENGLISH

### *Main covered topics:*

Part 1: Introduction to Environmental Chemistry. Definition and role of Environmental Chemistry; environmental matrices and their pollution; speciation, mobility and bioavailability of chemical species in the environment and their relationship with toxicity; brief notes on the Italian laws (Constitutional Law 11 February 2022 n. 1, Consolidated Environmental Law Legislative Decree 152/2006, Law n. 68 of 2015) and international standards for the management of environmental issues.

Part 2: Introduction to Analytical Chemistry and analytical techniques; basic principles of analytical chemistry; error analysis and statistical data treatment; main sampling methodologies and sample treatment; elementary chemical and mineralogical analysis techniques (atomic absorption spectroscopy, inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy, X-ray fluorescence and diffraction) or molecular spectroscopy (UV-vis spectroscopy, infrared spectroscopy); chromatography (liquid and gas), HPLC and GC; mass spectrometry; the calibration line, what it is and how to use it.

Part 3: Chemistry and pollution of aqueous and solid matrices. Natural waters and their classification (sea water, fresh water, groundwater). Determination of the physical, chemical and chemical-physical parameters of a water. Main pollutants and methodologies for potabilization or water treatment. Quantitative analysis of contaminants in aqueous matrices; soil chemistry; determination of the chemical and mineralogical composition of solid matrices; main pollutants and methodologies for environmental remediation; methodologies for speciation and determination of mobility by sequential extractions; quantitative analysis of contaminants in solid matrices.

Part 4: Introduction to food technologies; definitions and classification of food technologies and products; seafood and aquatic organisms with potential biotechnological activity; macro and microalgae; macronutrients: proteins, lipids and carbohydrates; micronutrients: mineral salts and vitamins; modifications induced by technological processes of production and conservation; treatments with physical means: high temperatures, concentration and drying, low temperatures, freezing and deep-freezing, use of radiation and high pressures; treatments with chemical means: food additives, preservatives, antioxidants, emulsifiers;

Part 5: explanation and application in the laboratory of the main analytical methods used for the study of the chemical-physical and nutritional characteristics of foods with reference to seafood; proximate and ultimate analysis; explanation and application in the laboratory of the main analytical methods for the qualitative and quantitative recognition of pollutants in seafood.

## Metodi didattici

### ITALIANO

Attività laboratoriali di tipo pratico con introduzioni teoriche (max 10-12 ore su 36 ore totali) sviluppate attraverso incontri della durata massima di 4 ore. Verrà fornito in anticipo il materiale didattico utile per ogni attività laboratoriale. Verrà effettuata una breve introduzione teorica e verifica dell'apprendimento dei concetti necessari per affrontare l'attività laboratoriale.



Per la realizzazione delle esperienze di laboratorio si utilizzerà un approccio didattico basato sul *problem-solving teaching*, *cooperative learning* e mutuo insegnamento. In particolare, gli studenti verranno divisi in piccoli gruppi di minimo 3 e massimo 5 studenti per lo svolgimento delle attività laboratoriali. La frequenza è obbligatoria.

## ENGLISH

Practical laboratory activities with theoretical introductions (max 10-12 hours out of 36 hours in total) developed through meetings lasting a maximum of 4 hours. The teaching material useful for each laboratory activity will be provided in advance. A brief theoretical introduction will be carried out and the learning of the concepts necessary to tackle the laboratory activity will be verified. To carry out the laboratory experiences, a teaching approach based on problem-solving teaching, cooperative learning and mutual teaching will be used. Students will be divided into small groups of a minimum of 3 and a maximum of 5 students to carry out the laboratory activities. Attendance is mandatory.

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

La valutazione della preparazione dello studente terrà conto di diversi elementi di verifica:

- la partecipazione attiva e proattiva, la collaborazione tra pari, l'impegno e la serietà dimostrati dagli studenti durante le attività laboratoriali proposte;
- il livello di preparazione degli studenti dimostrata durante le verifiche introduttive effettuate durante ciascuna esperienza laboratoriale;
- la qualità delle relazioni scientifiche di gruppo sulle attività laboratoriali svolte;
- la qualità della prova orale conclusiva volta alla discussione orale degli argomenti differenti proposti dai docenti (avvalendosi, dove necessario, anche di schemi/rappresentazioni grafiche) e alla presentazione delle esperienze laboratoriali effettuate, mediante anche un confronto tra i gruppi di lavoro degli studenti;
- l'esecuzione di una prova pratica di laboratorio, in cui saranno valutate le capacità di comprendere l'analisi richiesta e l'esecuzione materiale della stessa.

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

- 1) Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:
  - a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze;
  - b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità.
- 2) Modalità espositiva:
  - a) Capacità espressiva;
  - b) Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
  - c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
  - d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
  - e) Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di grafici, schemi, equazioni.
- 3) Qualità relazionali: disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante le attività e le prove di verifica dell'apprendimento.
- 4) Qualità personali:
  - a) spirito critico;
  - b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio finale potrà essere:

- 30/30 e lode - Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono eccellenti.
- 28-30/30 - Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono molto buone.
- 25-27/30 - Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono buone anche se non particolarmente ricche nei dettagli.
- 22-24/30 - Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono adeguate pur con qualche incertezza.
- 18-21/30 - Le competenze, l'autonomia di giudizio, le abilità comunicative e la capacità di apprendimento sono nel loro complesso appena sufficienti.



## ENGLISH

The overall assessment of the student's knowledge and learned skills will take into account various elements:

- 1) the active and proactive participation, the collaboration between peers, the commitment and the seriousness demonstrated by the students during the proposed laboratory activities;
- 2) the level of preparation of the students demonstrated during the introductory tests carried out prior to each laboratory activity;
- 3) the quality of the scientific group reports on the laboratory activities;
- 4) the quality of the final oral exam aimed at the oral discussion of the different topics proposed by the teachers (using, if necessary, also diagrams/plots/schemes) and the presentation of the laboratory experiences carried out, also through a comparison between the students' teams;
- 5) the execution of a practical laboratory test, in which the ability to understand the required analysis and its practical execution will be assessed.

The final grade takes into account various factors:

- 1) Quality of knowledge and skills:
  - a) appropriateness, correctness and congruence of knowledge.
  - b) appropriateness, correctness and congruence of skills.
- 2) Communication skills:
  - a) communication ability;
  - b) appropriate use of the specific language of the discipline.
  - c) logical ability and consequentiality in connecting the contents.
  - d) ability to connect different topics by finding common points and establishing a coherent overall discussion, by taking care of the structure, organization and logical connections of the speech.
  - e) summarising ability, also using the subject's own symbolism and the graphic expression of notions and concepts, for example in the form of graphs, diagrams, equations.
- 3) Social qualities: willingness to exchange and interact with the teacher during activities and tests to verify learning.
- 4) Personal qualities:
  - a) Critical spirit;
  - b) Ability to self-assess.

Consequently, the final grade may be:

- 30/30 with honors - The skills, independent judgment, communication skills and learning ability are excellent.
- 28-30/30 - The skills, independent judgment, communication skills and learning ability are very good.
- 25-27/30 - The skills, independent judgment, communication skills and learning ability are good even if not particularly rich in details.
- 22-24/30 - The skills, independent judgment, communication skills and learning ability are adequate although with some uncertainty.
- 18-21/30 - The skills, independent judgment, communication skills and learning ability are overall just sufficient.



## Reattori Biologici e Processi Biotecnologici

SSD: **ICAR/03**

CFU: **9**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **3°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **88 (40 lezione e 48 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

##### *Conoscenza e capacità di comprensione*

- Conoscenza e comprensione delle principali tipologie di reattori biologici.
- Conoscenza e comprensione dei principali parametri attraverso cui si gestisce un reattore biologico in funzione del processo biotecnologico applicato.
- Conoscenza e comprensione delle principali equazioni matematiche di base utilizzate per lo studio cinetico della crescita microbica e la conduzione di un reattore biologico convenzionale.
- Conoscenza e comprensione dei principali processi biotecnologici, con particolare attenzione ai processi fermentativi, per la produzione di prodotti ad elevato valore aggiunto, con metodi ambientalmente sostenibili.

##### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

- Capacità di applicare le conoscenze acquisite per condurre analisi chimico-fisiche di matrici biologiche.
- Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la gestione di processi biologici finalizzati alla produzione di prodotti ad elevato valore aggiunto (biocombustibili, biomateriali) da biomasse di varia tipologia e con riferimento particolare alle biomasse acquatiche (micro e macroalghe) con metodi ambientalmente sostenibili.

##### *Autonomia di giudizio*

Gli studenti e le studentesse saranno in grado di:

- pensare e organizzare un esperimento a scala di laboratorio individuando il tipo di reattore biologico, e i relativi parametri di controllo, più adatti;
- elaborare ed interpretare criticamente i risultati ottenuti dalle analisi strumentali e dagli esperimenti condotti a scala di laboratorio con approccio scientifico e sperimentale;
- definire filiere biotecnologiche in cui valorizzare biomasse di diversa origine, e in particolare quelle marine e acquatiche, applicando le conoscenze e le competenze acquisite, delineandone i criteri generali di progettualità secondo principi di sostenibilità ambientale ed economica.

##### *Abilità comunicative*

Gli studenti e le studentesse saranno in grado di:

- presentare in forma di report tecnico i risultati degli esperimenti condotti;
- lavorare in team;
- comunicare con un linguaggio tipico della disciplina per descrivere i processi biotecnologici in cui vengono utilizzati reattori biologici.

##### *Capacità di apprendimento*

Gli studenti e le studentesse saranno in grado di:

- consolidare le conoscenze già acquisite nei laboratori precedenti e ne apprenderà di nuove e più specifiche.



- condurre ricerche bibliografiche autonome estrapolando informazioni da banche dati anche internazionali per arricchire la propria formazione con sicurezza.

## ENGLISH

### *Knowledge and understanding*

- Knowledge and understanding of the theoretical and practical bases of the main biochemical methodologies to study proteins.
- Understand fermentation processes and their usefulness in the biotech pharmaceutical and biotech nutraceutical industry.

### *Applying knowledge and understanding*

- Ability to apply the acquired knowledge and understanding to the manipulation of protein and enzyme solutions, and to perform the most common analytical determinations on them.
- Ability to apply the acquired knowledge as a starting point for the study of subsequent disciplines.
- Ability to apply the theoretical and practical knowledge acquired for standard analysis of biological matrices.
- Ability to manage and participate in the design of a fermentation process.

### *Making judgements*

- Based on the acquired knowledge and their understanding, the student will learn to discern between fundamental and complementary topics, identifying the logical thread underlying the rational study of biochemical methodologies, and avoiding the merely mnemonic acquisition of definitions, schemes, equations, and graphs.
- The student will be prepared to organize an experiment in the laboratory by choosing the most suitable technique for the type of analysis to be carried out, and to correctly interpret the laboratory analytical data obtained to draw correct and coherent conclusions.
- Students will be able to apply and integrate the acquired knowledge to solve practical problems that may be encountered in the field of professional activity.

### *Communication skills*

- The student will be able to present the topics of the course using the language and vocabulary typical of the discipline. They will also be able to interact profitably with colleagues, possibly forming theoretical study and laboratory work groups.
- The student will acquire the ability to expose and illustrate fermentation processes and their industrial applications using a correct and adequate language.

### *Learning skills*

- The student will consolidate the manual skills already acquired in previous courses and learn new ones.
- The course will stimulate the student's learning skills and will be able to apply good laboratory practices to contexts other than biochemical.
- Interaction with the teacher, group work and teaching material (lecture slides and practical instructions for laboratory experiences) will provide the student with the necessary tools for profitable, reasoned and non-mnemonic learning of the discipline.

## Prerequisiti

### ITALIANO

Conoscenze di base di chimica organica, biologia, microbiologia e biochimica.

### ENGLISH

Basic knowledge of organic chemistry, biology, microbiology and biochemistry.



## Contenuti

### ITALIANO

#### *Principali argomenti trattati:*

Il corso "Reattori biologici e processi biotecnologici" è suddiviso in due parti.

La parte di Reattori biologici si articolerà nei seguenti macroargomenti:

- Principali parametri analitici (contenuto di solidi totali, volatili (sospesi e disciolti), COD e BOD) e strumentazione scientifica di base.
- Cinetica e stechiometria nella crescita di microrganismi (fasi di crescita, ordine della reazione, cinetica di Monod).
- Reattoristica. Definizioni e funzionamento dei reattori biologici batch, SBR, CSTR e plug flow. Bilanci di materia per le principali tipologie reattoristiche.

La parte di Processi Biotecnologici si articolerà nei seguenti macroargomenti:

- Principali biomasse e caratterizzazione chimico-fisiche.
- Produzione di energia e biocarburanti (biogas, bioidrogeno, bioetanolo, biodiesel, bioelettricità).
- Produzione di bioplastiche ed altri prodotti a elevato valore aggiunto.
- Processi di downstream

#### *Attività laboratoriali:*

- Caratterizzazione della matrice (determinazione di VS, COD, BOD)
- Determinazione delle costanti cinetiche nel caso di reattori batch.
- Test a scala lab di fermentazione per la produzione di biocombustibili anche da biomasse algali

### ENGLISH

#### *Main Topics Covered:*

The course "Biological Reactors and Biotechnological Processes" is divided into two parts.

The Biological Reactors section will cover the following topics:

- Main analytical parameters (total solids, volatile solids (suspended and dissolved), COD, and BOD) and basic scientific instrumentation.
- Kinetics and stoichiometry in microbial growth (growth phases, reaction order, Monod kinetics).
- Reactor theory: Definitions and operation of biological batch reactors, SBR (Sequencing Batch Reactor), CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor), and plug flow reactors. Mass balances for the main types of reactors.

The Biotechnological Processes section will cover the following topics:

- Main types of biomass and their chemical-physical characterization.
- Energy production and biofuels (biogas, biohydrogen, bioethanol, biodiesel, bioelectricity).
- Production of bioplastics and other high-value-added products.
- Downstream processes.

#### *Laboratory Activities:*

- Characterization of the matrix (determination of VS, COD, BOD).
- Determination of kinetic constants in batch reactors.
- Lab-scale fermentation tests for biofuel production, including from algal biomass.

## Metodi didattici

### ITALIANO

Il corso si svolge nel 2° semestre. Sono previste: 8 ore di lezioni frontali e 24 ore di laboratorio per la parte di Reattori biologici e 32 ore di lezioni frontali e 24 ore di laboratorio per la parte Processi Biotecnologici.

### ENGLISH

The course takes place in the 2nd semester. There will be: 8 hours of lectures + 24 hours for laboratory activities on the Biological Reactors part and 32 hours of lectures + 24 hours for laboratory activities for the Biotechnological Processes part.

To assist the study, teachers make available the slides of the lectures.



## Verifica dell'apprendimento ITALIANO

La verifica dell'apprendimento è suddivisa nel modo seguente:

- 3 relazioni individuali sulle esperienze di laboratorio a scelta dello studente (max 6000 parole), da consegnare 10 giorni prima della data dell'appello
- prova orale: 4 quesiti, due per ciascuna delle parti del corso.

Per superare l'esame, lo studente dovrà dimostrare di possedere una conoscenza almeno sufficiente in tutte le domande orali e una valutazione almeno sufficiente in tutte le relazioni individuali presentate.

Il giudizio finale sarà ottenuto come media pesata tra il voto ottenuto nelle relazioni consegnate e quello relativo alle domande orali, queste ultime valutate in funzione del peso attribuito dai docenti alla singola domanda. E' attribuito un peso pari al 30% al voto delle relazione e del 70% alla prova orale.

Il giudizio finale può essere:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Lo studente dimostra di aver acquisito poche nozioni, livello superficiale, molte lacune. Capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente. Accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

The assessment of learning is structured as follows:

- 3 individual reports on laboratory experiences chosen by the student (max 6000 words), to be submitted 10 days before the exam date.
- Oral exam: 4 questions, two from each part of the course.

To pass the exam, the student must demonstrate at least a sufficient level of knowledge in all the oral questions and receive at least a satisfactory evaluation for all the individual reports submitted.

The final grade will be calculated as a weighted average between the score of the submitted reports and that of the oral exam, with the latter weighted based on the importance assigned by the instructors to each question. The reports will contribute 30% of the grade, and the oral exam 70%.

The final grade can be:

a) Sufficient (from 18 to 20/30)

The student demonstrates having acquired few concepts, with superficial knowledge and many gaps. Expressive abilities are modest but sufficient to sustain a coherent dialogue. Logical reasoning and coherence in connecting topics are elementary; there is a poor ability to summarize, and graphical expression is rather weak; interaction with the instructor during the interview is limited.

b) Fair (from 21 to 23/30)



The student demonstrates a fair acquisition of knowledge, but with little depth and few gaps. Expressive abilities are more than sufficient to sustain a coherent dialogue. There is adequate mastery of scientific language, moderate logical reasoning, and coherence in connecting moderately complex topics. The ability to summarize is more than sufficient, and graphical expression is acceptable.

c) Good (from 24 to 26/30)

The student demonstrates a rather broad knowledge base, with moderate depth and small gaps. Expressive abilities are satisfactory, and there is a good mastery of scientific language. Critical thinking and dialogue skills are clearly noticeable, with a good ability to summarize and more than acceptable graphical expression skills.

d) Very Good (from 27 to 29/30)

The student demonstrates a very extensive and well-detailed knowledge base, with only minor gaps. Expressive abilities are notable, and there is a high level of mastery of scientific language. Dialogue skills are excellent, with good competence and a significant ability for logical synthesis. The ability to summarize is high, and graphical expression skills are strong.

e) Excellent (30/30)

The student demonstrates an extensive and in-depth knowledge base. Expressive abilities are excellent, and mastery of scientific language is high. Dialogue skills are outstanding, with a strong aptitude for connecting different topics. The ability to synthesize information is excellent, and there is strong proficiency in graphical expression.

Distinction (lode) is awarded to candidates who are clearly above average, with any potential gaps in knowledge, expression, conceptual or logical reasoning being altogether irrelevant.



## Igiene delle Acque

SSD: **MED/42**

CFU: **5**

Tipo di attività didattica: **lezione**

Anno di corso: **3°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **40**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

##### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze e competenze sulle principali tematiche di interesse igienistico riguardanti le acque e i prodotti ittici e sulla normativa Europea e nazionale di settore.

##### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Lo studente sarà in grado di valutare in modo critico la qualità igienico-sanitaria delle acque dolci e marine e delle produzioni ittiche, individuando le possibili fonti di contaminazione e i principali rischi per la salute derivanti dagli inquinamenti, nonché di applicare metodologie analitiche appropriate di monitoraggio ambientale e opportune strategie di prevenzione a tutela dei consumatori e dell'ambiente.

##### *Autonomia di giudizio*

Interpretazione e comparazione di dati scientifici.

##### *Abilità comunicative*

Esposizione di dati ricavati da pubblicazioni scientifiche.

##### *Capacità di apprendimento*

Consultazione di banche dati, pubblicazioni e fonti informative accreditate a livello nazionale e internazionale.

#### ENGLISH

##### *Knowledge and understanding*

The course aims to provide knowledge of theoretical principles and methods of epidemiological investigation and prevention methodologies applied to water and fish products and on the European and national regulations in this area.

##### *Applying knowledge and understanding*

Students will be able to critically assess the sanitary and hygienic quality of fresh water, marine waters and fish production, identifying possible sources of contamination and the main health risks resulting from pollution, and apply appropriate analytical methodologies for environmental monitoring and appropriate prevention strategies to protect consumers and the environment.

##### *Making judgements*

Interpretation and comparison of scientific data.

##### *Communication skills*

Ability to explain concepts and data drawn from scientific publications.

##### *Learning skills*

Consultation of databases, publications and information sources accredited at national and international level.

### Prerequisiti

#### ITALIANO

Nozioni di base di biochimica e microbiologia.



## ENGLISH

Basic concepts of biochemistry and microbiology

### Contenuti

#### ITALIANO

*Principali argomenti trattati:*

Lezioni teoriche (5 CFU; 40 ore)

Introduzione alla materia. Principi generali di Epidemiologia e Prevenzione.

Igiene delle acque. Inquinamento chimico e microbiologico delle acque e rischi per la salute  
Approvvigionamento idrico. Requisiti di potabilità. Problemi igienico-sanitari delle acque marine e degli ambienti costieri. Trattamenti di potabilizzazione delle acque. Tutela dell'ambiente idrico: trattamenti di smaltimento delle acque reflue. Legislazione in materia di igiene delle acque.

Igiene dei prodotti ittici. Cenni di composizione e caratteristiche nutrizionali dei prodotti della pesca. Aspetti igienico-sanitari dei prodotti ittici. Cenni sulle patologie batteriche, virali e parassitarie associate al consumo dei prodotti della pesca. Conservazione dei prodotti ittici. Legislazione in materia di prodotti ittici con particolare riguardo alla sicurezza alimentare. Il sistema HACCP applicato alla filiera ittica.

Esercitazioni in laboratorio: analisi microbiologica delle acque. Valutazione della contaminazione microbica delle superfici. Analisi microbiologica dei prodotti ittici).

#### ENGLISH

*Main covered topics:*

Lectures (5 credits, 40 hours)

Definition and content of the course. General Principles of Epidemiology and Prevention: epidemiological studies; prevention; health education.

Water hygiene. Chemical and microbiological pollution and health risks. Water supply. Potability requirements. Sanitation and hygiene problems of marine waters and coastal environments. Water purification treatments. Protection of the water environment: wastewater treatments. Legislation on water hygiene.

Hygiene of fish products. Composition and nutritional characteristics. Health and hygiene aspects. Bacterial, viral and parasitic diseases associated with the consumption of fishery products. Conservation of fish products. Legislation on fish products with particular emphasis on food safety. The HACCP system applied to the fish supply chain.

Laboratory practices: microbiological analysis of water (determination of the parameters indicating faecal contamination E.coli and Enterococci). Assessment of microbial contamination of surfaces. Microbiological analysis of fish products (determination of E. coli  $\beta$ -glucuronidase positive according to the ISO 16649-3 and of Salmonella spp. according to the ISO 6579)

### Metodi didattici

#### ITALIANO

Il corso si svolgerà con lezioni frontali che prevedono l'uso di presentazioni in PowerPoint e esercitazioni in laboratorio a posto singolo che consisteranno nell'applicazione di metodi microbiologici per l'analisi di acqua e prodotti ittici per il monitoraggio degli ambienti di produzione. Potranno essere effettuate visite didattiche in aziende. La lezione frontale sarà alternata a metodi di insegnamento innovativi, che hanno come scopo il coinvolgimento attivo degli studenti nel processo di apprendimento (active learning). Questo verrà ottenuto tramite continuo invito agli studenti alla riflessione su argomenti con domande di ripasso su argomenti precedentemente affrontati e utilizzando strumenti di e-learning, tramite cui gli studenti possono utilizzare lo smartphone per rispondere a quesiti e partecipare attivamente alla lezione (es. Kahoot).

#### ENGLISH

The course consists of lectures involving the use of PowerPoint presentations and videos, and laboratory exercises that consist in the application of microbiological methods for the analysis of food matrices. Educational visits to different companies could be carried out. The lectures will be alternated with innovative teaching methods, which aim at the active involvement of students in the learning process (active learning). This will be achieved by continuously inviting students to reflect on topics with review questions on previously addressed topics and by using e-learning tools, through which students can use their smartphones to answer questions and actively participate in the lesson (e. g. Kahoot).



## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

Esame orale. Lo studente dovrà discutere oralmente alcuni argomenti differenti proposti dal docente avvalendosi, dove necessario, anche di schemi/raffigurazioni grafiche. Sono valutate la conoscenza degli argomenti del corso, le capacità di collegamento tra argomenti diversi, la capacità espressiva, l'uso di terminologia appropriata, la capacità di sintesi.

Di seguito, il dettaglio sugli elementi che durante la prova concorrono alla individuazione del livello minimo per il conseguimento della sufficienza. Il giudizio può essere:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune, capacità espressive modeste; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e di espressione grafica.

b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e di espressione grafica.

c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità di effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica. La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

### ENGLISH

Oral examination. The student will discuss orally a few different topics proposed by the teacher, using, where necessary, schemes / graphic representations. Knowledge of the topics of the course, the ability to link between different topics, the expressive capacity, the use of appropriate terminology, and the ability to synthesize will be evaluated.

The final grade considers several factors, consequently, the judgment can be:

a) Fair (18 to 20/30)

The candidate demonstrates little knowledge acquired, superficial level, many gaps. Expressive abilities modest; logical capacity and consequentality in the fitting of the subjects at elementary level; poor capacity for synthesis.

b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a discreet acquisition of knowledge but lack of depth, with a few gaps; expressive abilities sufficient; acceptable mastery of the language of science, logical capacity and consequentality in the fitting of the arguments of moderate complexity, more than enough capacity for synthesis and the ability to graphic expression acceptable.

c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large knowledge, moderate depth, with small gaps; satisfactory mastery of the expressive capabilities and significant scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity for synthesis and ability to graphic expression more than acceptable.

d) Outstanding (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive knowledge, with marginal gaps; remarkable powers of expression and high mastery of scientific language; remarkable capacity of dialogue, high capacity for synthesis and graphic expression.

e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a very extensive and in-depth knowledge, gaps irrelevant, high capacity and high mastery of the expressive language of science; excellent capacity of dialogue, aptitude to make



connections between different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the expression graphics.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, and logical limits, if any, as a whole are completely irrelevant.



## Biotecnologie Marine

SSD: **BIO/19**

CFU: **8**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **3°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **80 (32 lezione e 48 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

##### *Conoscenza e capacità di comprensione:*

Il corso si propone di fornire agli studenti una conoscenza dei fondamenti e dei principi teorici e metodologici inerenti ai microrganismi marini e la loro capacità di produrre bioprodotto per applicazioni industriali, con particolare attenzione alla comprensione degli aspetti fisiologici e metabolici. Conoscenza dei meccanismi fisiologici di interazione dei microrganismi marini con gli inquinanti e delle principali tecnologie biologiche di risanamento di inquinanti in mare.

##### *Capacità applicative:*

Lo studente sarà in grado di mettere in pratica gli aspetti basilari della microbiologia industriale, mettendo a punto i protocolli per l'isolamento, l'arricchimento e la caratterizzazione dei microrganismi marini per applicazioni biotecnologiche. Capacità di applicare le conoscenze e abilità acquisite per la messa a punto di protocolli di biorisanamento in ambiente marino. Capacità di lavorare in sicurezza.

##### *Autonomia di giudizio:*

Le principali conoscenze acquisite nei diversi ambiti delle biotecnologie marine vengono trasmesse agli studenti esemplificando le specifiche evidenze sperimentali, stimolando il ragionamento individuale e la discussione collettiva sul metodo scientifico e sulla valutazione critica dei risultati.

##### *Abilità nella comunicazione:*

L'uso di un linguaggio scientifico appropriato e di una terminologia biotecnologica corretta consentirà l'acquisizione di abilità di comunicazione e capacità di trasmettere in maniera chiara e precisa argomenti di biotecnologie microbiche.

##### *Capacità di apprendimento:*

Apprendimento dei concetti di base delle biotecnologie microbiche mediante consultazione di banche dati, pubblicazioni e fonti informative accreditate a livello nazionale e internazionale.

#### ENGLISH

##### *Knowledge and understanding:*

The course aims to provide students with a comprehensive knowledge of the theoretical principles and methodologies regarding marine microorganisms and their ability to produce bioproducts for biotechnological applications, particularly with regard to the physiological and metabolic aspects. Knowledge of the physiological interaction mechanisms of marine microorganisms with environmental contaminants, and the main biological technologies for the remediation of pollutants in marine environments.

##### *Applying knowledge:*

Students will be able to put into practice the basic aspects of industrial microbiology, developing protocols for the isolation, enrichment, and characterization of marine microorganisms for biotechnological applications. Ability to apply the acquired knowledge and skills to the development of bioremediation protocols in marine environments. Ability of safe working.

##### *Making judgments:*

The main knowledge from different fields of microbial biotechnology is transmitted to students exemplifying the specific experimental evidence, stimulating the individual reasoning and collective discussion on the scientific method and critical evaluation of the results.



**Communication skills:**

The use of scientific language appropriate and proper biotechnological terminology will enable the acquisition of communication skills and ability to convey a clear and precise microbiology topic.

**Learning skills:**

Learning the basic concepts of microbial biotechnology through consultation of databases, publications and information sources accredited at national and international level.

**Prerequisiti**

**ITALIANO**

Nozioni di base di biochimica, microbiologia e genetica.

**ENGLISH**

Basic concepts of biochemistry, microbiology and genetics.

**Contenuti**

**ITALIANO**

*Principali argomenti trattati:*

LEZIONI TEORICHE (4 CFU = 32 ore)

Microbiologia industriale, storia della microbiologia industriale, microrganismi marini per le produzioni biotecnologiche, elementi di base di ecologia microbica e di principali tecnologie di studio dei microrganismi in ecosistema marino, identificazione di nuovi microrganismi marini produttori, terreni di coltura e materie prime, metabolismo primario e secondario, caratteristiche generali della fermentazione su larga scala, strategie per l'accumulo dei metaboliti microbici, miglioramento genetico dei ceppi produttori, produzione di metaboliti di interesse industriale ad opera di microrganismi marini, biotecnologie ambientali, microalghe in applicazioni ambientali, degradazione di idrocarburi ad opera di microrganismi marini, principali tecnologie di biorisanamento di idrocarburi in mare.

*Attività laboratoriali:*

Laboratorio (4 CFU = 48 ore)

Arricchimento ed isolamento di microrganismi marini di interesse biotecnologico da campioni marini, coltivazione di microrganismi alofili estremi da ambienti talassoalini, screening di microrganismi marini produttori di metaboliti di interesse biotecnologico, caratterizzazione di microrganismi marini degradatori di idrocarburi petroliferi, pianificazione e realizzazione di test di biorisanamento.

**ENGLISH**

*Main covered topics:*

Class lessons (4 CFU = 32 hours)

Industrial microbiology, the history of the industrial microbiology, marine microorganisms for biotechnological productions, basic elements of microbial ecology and main technologies for studying microorganisms in marine ecosystems, identification of novel producing microorganisms, cultural media and raw materials, primary and secondary metabolisms, elements of large-scale fermentations, strategies for the overproduction of microbial metabolites, strategies for the genetic improvement of microorganisms for biotechnological productions, production by marine microorganisms of microbial metabolites for industry, environmental biotechnology, microalgae in environmental biotechnology, degradation of hydrocarbons by marine microorganisms, main bioremediation technologies in marine environment.

*Laboratory activities:*

Laboratory (4 CFU = 48 hours)

Enrichment and isolation of microbial producers from marine samples, cultivation of extreme halophilic microorganisms from thalassohaline environments, screening of marine microorganisms producing metabolites of biotechnological interest, characterization of marine microorganisms able to degrade petroleum hydrocarbons, planning and implementation of bioremediation tests.

**Metodi didattici**

**ITALIANO**

Il corso si svolgerà con lezioni frontali (40 ore) che prevedono l'uso di presentazioni in PowerPoint ed esercitazioni in laboratorio (48 ore) a posto singolo che consisteranno nell'applicazione di metodi microbiologici per la ricerca di microrganismi marini produttori di bioprodotto per applicazioni industriali, la selezione di microrganismi marini degradatori di idrocarburi e la pianificazione ed esecuzione di test di biorisanamento.



Durante le lezioni frontali gli studenti saranno coinvolti nel processo di apprendimento tramite domande di ripasso su argomenti precedentemente affrontati ed invitando gli studenti a riflettere criticamente sugli argomenti trattati. La didattica sarà erogata in presenza.

## ENGLISH

The course consists in lectures (40 hours) involving the use of PowerPoint presentations and laboratory exercises (48 hours) that consist in the application of microbiological methods for the screening of marine microbial producers for industrial applications, the selection of marine hydrocarbon degrading microorganisms, as well as the planning and implementation of bioremediation tests. During lectures, the students will be involved in the learning process by review questions on previously addressed topics and by inviting the students to critically reflect on the treated concepts. Teaching will be delivered in person.

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

Esame orale. Lo studente dovrà discutere oralmente alcuni argomenti differenti proposti dal docente avvalendosi, dove necessario, anche di schemi/rapresentazioni grafiche. Sono valutate la conoscenza degli argomenti del corso, le capacità di collegamento tra argomenti diversi, la capacità espressiva, l'uso di terminologia appropriata, la capacità di sintesi.

Giudizio finale. Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze
- b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità
- c) appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze

Modalità espositiva:

- a) Capacità espressiva;
- b) Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
- c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
- d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
- e) Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- a) spirito critico;
- b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

- c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

- d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

- e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.



La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

Oral examination. The student will discuss orally a few different topics proposed by the teacher, using, where necessary, schemes / graphic representations. Knowledge of the topics of the course, the ability to link between different topics, the expressive capacity, the use of appropriate terminology, the ability to synthesize will be evaluated. The final grade takes into account several factors:

Quality of the knowledge, skills and competences:

- a) appropriateness, accuracy and consistency of knowledge
- b) appropriateness, accuracy and consistency of skills
- c) appropriateness, accuracy and consistency of competences

Exposition mode:

- a) Capacity of expression;
- b) Proper use of the specific language of the discipline;
- c) Logical capacity and consequentiality in the fitting of the contents;
- d) Ability to connect different arguments by finding the common points and establish a consistent overall design, i.e. taking care of structure, organization and logical connections of speech exposition;
- e) Ability to summarize.

Relational qualities:

Capability to exchange and interact with the teacher during the interview.

Personal qualities:

- a) critical spirit;
- b) ability to self-evaluation.

Consequently, the judgment can be:

- a) Fair (18 to 20/30)

The candidate demonstrates little knowledge acquired, superficial level, many gaps. Expressive abilities modest, but still sufficient to support a coherent dialogue; logical capacity and consequentiality in the fitting of the subjects at elementary level; poor capacity for synthesis, lack of interaction with the teacher during the interview.

- b) Moderate (21 to 23)

The applicant demonstrates a discreet acquisition of knowledge but lack of depth, with a few gaps; expressive abilities more than sufficient to support a coherent dialogue; acceptable mastery of the language of science, logical capacity and consequentiality in the fitting of the arguments of moderate complexity, more than enough capacity for synthesis and the ability to graphic expression acceptable.

- c) Good (24 to 26)

The candidate demonstrates a rather large knowledge, moderate depth, with small gaps; satisfactory mastery of the expressive capabilities and significant scientific language; dialogical ability and critical thinking well detectable, good capacity for synthesis and ability to graphic expression more than acceptable.

- d) Outstanding (27 to 29)

The candidate demonstrates a very extensive knowledge, well depth, with marginal gaps; remarkable powers of expression and high mastery of scientific language; remarkable capacity of dialogue, good competence and relevant aptitude for logic synthesis, high capacity for synthesis and graphic expression.

- e) Excellent (30)

The candidate demonstrates a very extensive and in-depth knowledge, gaps irrelevant, high capacity and high mastery of the expressive language of science; excellent capacity of dialogue, aptitude to make connections between different subjects, excellent ability to synthesize and very familiar with the expression graphics.

The praise is attributed to the candidates clearly above average, and whose notional, expressive, conceptual, and logical limits, if any, as a whole are completely irrelevant.



## Tossicologia Ambientale

SSD: **BIO/14**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **3°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **56 (32 lezione e 24 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso si propone di illustrare i meccanismi molecolari e le conoscenze di base di tossicologia con particolare attenzione alla tossicologia ambientale e all'ecotossicologia. Le più recenti conoscenze che spiegano i meccanismi d'azione della tossicità da xenobiotici saranno alla base del corso. Inoltre, verranno approfondite le anomalie di risposta alla tossicità da tali sostanze in relazione alla farmacogenetica e farmacogenomica, illustrando alcuni esempi di polimorfismi genetici che modificano la risposta interindividuale agli xenobiotici. I meccanismi d'azione di alcune sostanze tossiche in grado di modulare l'espressione genica, la plasticità, e la morte cellulare saranno discussi. Lo studente verrà quindi stimolato a proporre soluzioni biotecnologiche per risolvere alcune problematiche nel campo.

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Capacità di comprendere le conoscenze di base relative alle nozioni che riguardano le più recenti scoperte e gli sviluppi nel campo della tossicologia ambientale. Capacità di comprendere le principali proprietà chimico-fisiche degli xenobiotici e dei loro principi attivi e metaboliti. Capacità di comprendere le principali effetti tossici degli xenobiotici e i loro meccanismi d'azione a livello cellulare e molecolare;

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Attraverso attività autonome e guidate saranno acquisite le conoscenze con scopo di utilizzarle per progettare e motivare un protocollo sperimentale.

Capacità di applicare le conoscenze di base e capacità di comprensione in maniera da dimostrare competenze adeguate sia per ideare e sostenere argomentazioni che per risolvere problemi che possono verificarsi durante un esperimento.

#### *Autonomia di giudizio*

Capacità di analizzare con senso critico risultati e approcci sperimentali di pubblicazioni scientifiche. Interpretazione dei dati ritenuti utili a determinare giudizi autonomi, inclusa la riflessione sul significato scientifico e etico ad essi connessi. Acquisizione della capacità nel gestire la complessità dell'esperimento, e formulare giudizi anche con dati incompleti. Discussioni in aula e somministrazione di questionari finalizzati all'autovalutazione della comprensione e dell'apprendimento delle unità didattiche. Valutazione consapevole delle attività didattiche e di laboratorio.

#### *Abilità nella comunicazione*

Acquisizione di capacità di descrivere sinteticamente e attraverso l'utilizzo di una corretta terminologia scientifica. Saper presentare in forma orale e/o con l'ausilio di sussidi audiovisivi le nozioni acquisite e discutere criticamente i risultati delle ricerche scientifiche attinenti alle tematiche presentate nel corso. Acquisizione della capacità di comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori con diversi background. Acquisizione della capacità di descrivere in modo essenziale, completo e con termini corretti le metodiche utilizzate. Uso del linguaggio specifico delle metodiche e dei reagenti utilizzati in modo appropriato, autonomo e significativo.

#### *Capacità di apprendere*

Conoscenze teoriche fondamentali per apprendere in maniera critica nuove informazioni scientifiche e aggiornarsi sulle più recenti pubblicazioni scientifiche inerenti alle tematiche di trattate nel corso. Capacità di apprendimento necessarie per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia e che consentano di continuare a studiare per lo più in modo auto-diretto o autonomo. Conoscenze teoriche essenziali delle principali metodiche utilizzate negli studi di tossicologia ambientale di livello universitario e da pubblicazioni su riviste internazionali utili per lo sviluppo, l'approfondimento e l'aggiornamento continuo delle conoscenze.



## ENGLISH

### *Knowledge and understanding*

Ability to understand the basic knowledge of the concepts regarding the most recent discoveries and developments in the field of environmental toxicology. Ability to understand the main chemical-physical properties of xenobiotics and their active ingredients and metabolites. Ability to understand the main toxic effects of xenobiotics and their mechanisms of action at the cellular and molecular level.

### *Ability to apply knowledge and understanding*

Through autonomous and guided activities, new knowledge and concepts will be acquired with the aim of using them to design an experimental protocol and motivate the approach to be used in the same experimental protocol.

Ability to apply basic knowledge and understanding to demonstrate that you have acquired adequate skills both to design and support arguments and to solve problems that may arise during an experiment.

### *Autonomy of judgment*

Ability to critically analyze results and experimental approaches of scientific publications. Interpretation of data considered useful to formulate autonomous judgments, also reflecting on the scientific and ethical meaning connected to them. Acquisition of the ability to manage the complexity of the experiment and formulate judgments even with incomplete data. Classroom discussions and administration of questionnaires aimed at self-assessment of understanding and learning of the teaching units. Conscious evaluation of teaching and laboratory activities.

### *Communication skills*

Acquisition of the ability to describe by briefly summarizing the main points in an effective manner and through the use of correct scientific terminology. Knowing how to present the acquired notions orally and/or with the aid of audiovisual supports and critically discuss the results of scientific research relevant to the topics covered in the course. Acquisition of the ability to communicate information, ideas, problems and solutions to interlocutors of different origins. Acquisition of the ability to describe the methods used in an essential, complete way and with correct terms. Use of the specific language of the methods and reagents used in an appropriate, autonomous and significant way.

### *Learning skills*

Fundamental theoretical knowledge to critically learn new scientific information and update oneself on the most recent scientific publications related to topics covered during the course. Learning skills necessary to undertake subsequent studies with a high degree of autonomy and that allow one to continue studying mostly in a self-directed or autonomous way. Essential theoretical knowledge of the main methods used in environmental toxicology studies at university level and from publications in international journals useful for the development, deepening and continuous updating of knowledge.

## Prerequisiti

### ITALIANO

Si suggerisce il superamento degli esami di Biochimica, Biologia Molecolare e Fisiologia in modo da possedere le conoscenze di base per meglio comprendere e applicare le tematiche e metodologie proposte a lezione. Conoscenze teoriche e pratiche di base, di laboratorio di chimica, biochimica: utilizzo pipette sierologiche e micropipette, preparazione soluzioni (molarità, normalità) e diversi modi di esprimere la concentrazione di una soluzione, conversione unità di misura.

### ENGLISH

It is suggested that students pass the Biochemistry, Molecular Biology and Physiology exams in order to have the basic knowledge to better understand and apply the topics and methodologies proposed in class. Basic theoretical and practical knowledge, chemistry laboratory, biochemistry: use of serological pipettes and micropipettes, preparation of solutions (molarity, normality) and different ways of expressing the concentration of a solution, conversion of units of measurement.



## Contenuti

### ITALIANO

#### *Principali argomenti trattati:*

- Introduzione al corso: tossicologia ambientale, ecotossicologia, tossicologia molecolare e cellulare, definizioni e differenze.
- Studio degli effetti degli xenobiotici sui sistemi biologici.
- Meccanismi d'azione dei contaminanti ambientali: assorbimento distribuzione ed escrezione e effetti a livello molecolare.
- Attivazione e deattivazione metabolica delle sostanze tossiche: biotrasformazione degli xenobiotici e fasi della biotrasformazione.
- Effetti tossici e aspetti dell'esposizione: effetti molecolari e biochimici.
- Effetti sull'espressione genica e ecotossicogenomica.
- Influenza dei polimorfismi genetici sulla variabilità di risposta alla tossicità degli xenobiotici.
- Meccanismi molecolari di tossicità cellulare e di neurotossicità, morte cellulare e apoptosi
- Bioinformatica e principi di bioetica: principi di bioinformatica, definizione e scopi della bioinformatica, genoma umano e banche dati. Bioetica, competenze, linee guida.

#### *Attività laboratoriali:*

- Metodiche molecolari per studiare le modificazioni della espressione genica indotta da xenobiotici
- metodi in vitro per misurare la tossicità cellulare
- Metodi molecolari per individuare i polimorfismi e la variabilità di risposta alla tossicità da xenobiotici
- Attività pratiche per l'utilizzo di metodi bioinformatici e di banche dati

### ENGLISH

#### *Main covered topics:*

- Introduction to the course: environmental toxicology, ecotoxicology, molecular and cellular toxicology, definitions and differences.
- Study of the effects of xenobiotics on biological systems.
- Mechanisms of action of environmental contaminants: absorption, distribution and excretion and effects at the molecular level.
- Metabolic activation and deactivation of toxic substances: biotransformation of xenobiotics and phases of biotransformation.
- Toxic effects and aspects of exposure: molecular and biochemical effects.
- Effects on gene expression and ecotoxicogenomics.
- Influence of genetic polymorphisms on the variability of response to xenobiotic toxicity.
- Molecular mechanisms of cellular toxicity and neurotoxicity, cell death and apoptosis
- Bioinformatics and principles of bioethics: principles of bioinformatics, definition and purposes of bioinformatics, human genome and databases. Bioethics, skills, guidelines.

#### *Laboratory activities:*

- Molecular methods to study changes in gene expression induced by xenobiotics
- In vitro methods to measure cellular toxicity
- Molecular methods to identify polymorphisms and variability of response to xenobiotic toxicity
- Practical activities for the use of bioinformatics methods and databases

### Metodi didattici

#### ITALIANO

Lezioni frontali in aula, attività seminariali e pratiche in laboratorio con l'utilizzo anche di mezzi informatici e della piattaforma e-learning.

#### ENGLISH

Classroom lectures, seminar activities and laboratory exercises with the use of bioinformatics tools and the e-learning platform.

### Verifica dell'apprendimento

#### ITALIANO

Colloquio orale, prove scritte in itinere con utilizzo della piattaforma e-learning di UNICA e discussione di articoli scientifici inerenti alle sperimentazioni applicate in laboratorio e le tematiche trattate nel corso. Durante le esercitazioni in laboratorio lo studente dovrà dimostrare di avere acquisito le tecniche utilizzate. Verrà



assegnato un punteggio da 1-10 per ogni argomento discusso in sede d'esame, e generalmente saranno chiesti 3 diversi argomenti. Solo in caso di palesi difficoltà, allo scopo di sollevare il punteggio del giudizio finale verranno chiesti argomenti supplementari.

#### Giudizio finale

Il voto finale tiene conto di vari fattori:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a) appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze
- b) appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità
- c) appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze

Modalità espositiva:

Capacità espressiva;

- b) Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
- c) Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
- d) Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
- e) Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.

Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio.

Qualità personali:

- a) spirito critico;
- b) capacità di autovalutazione.

Di conseguenza, il giudizio può essere:

- a) Sufficiente (da 18 a 20/30)

Il candidato dimostra poche nozioni acquisite, livello superficiale, molte lacune. capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- b) Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

- c) Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

- d) Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

- e) Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

#### ENGLISH

Oral presentation, written tests during the course using the UNICA e-learning platform and discussion of scientific articles related to the experiments proposed in the laboratory and the topics covered in the course. During the laboratory exercises the student must demonstrate that he has acquired and knows how to apply the techniques used. For each topic covered in the exam a score from 1 to 10 will be assigned and generally 3 different topics will be asked. Only in case of evident difficulties, in order to raise the final judgment score, additional topics will be asked.

The final score can be evaluated as:



- a) Sufficient (from 18 to 20/30)
- b) Fair (from 21 to 23)
- c) Good (from 24 to 26)
- d) Excellent (from 27 to 29)
- e) Excellent (30)

Laude is awarded to candidates who are clearly above average, and whose possible notional, expressive, conceptual, logical limitations are overall completely irrelevant.



## Ecotecnologie Marine e Restauro degli Ecosistemi

SSD: **BIO/07**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **3°**

Insegnamento **obbligatorio**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **52 (40 lezione e 12 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

### Obiettivi

#### ITALIANO

Il corso ambisce a fornire le conoscenze più recenti circa le eco-tecnologie per il restauro della capacità degli ecosistemi marini degradati di fornire beni e servizi. Il corso fornisce allo studente:

- conoscenze di base di struttura e funzionamento degli ecosistemi marini
- conoscenza dei fattori di disturbo antropogenico e delle risposte degli ecosistemi marini agli stessi
- conoscenza dei principi del monitoraggio della qualità degli ecosistemi marini con focus sulle direttive europee
- capacità di disegnare ed eseguire un piano di monitoraggio e di analizzarne i risultati mediante strumenti statistici basati su ipotesi
- conoscenza delle procedure di restauro ecologico con focus sulle differenze procedurali in funzione del target del restauro (specie, habitat, comunità, ecosistema)

Con riferimento ai Descrittori di Dublino, l'insegnamento mira a dotare lo studente di:

#### *Conoscenza e capacità di comprensione*

Conoscenza di struttura e funzionamento degli ecosistemi marini, della loro alterazione e dell'impatto antropico, dei principi del restauro marino, delle principali tecnologie di restauro degli ecosistemi marini.

#### *Capacità di applicare conoscenza e comprensione*

Capacità applicative ai fini della valutazione delle conseguenze del disturbo naturale ed antropogenico sui differenti livelli di organizzazione biologica ed ecologica degli ecosistemi marini ai fini di un loro restauro. Competenze metodologiche per il disegno e l'esecuzione del monitoraggio di ecosistemi marini, con focus sulla valutazione dello stato di qualità di ecosistemi marini secondo le direttive Europee.

#### *Autonomia di giudizio*

Autonomia di giudizio, mediante acquisizione dei principi basilari della interpretazione di dati sperimentali anche manipolativi con strumenti statistici basati sull'analisi di ipotesi.

#### *Abilità comunicative*

Abilità nella comunicazione, mediante acquisizione di un appropriato bagaglio terminologico dei contenuti specifici dell'insegnamento.

#### *Capacità di apprendimento*

Capacità di apprendere, mediante acquisizione dei principi basilari della analisi della letteratura scientifica nel campo specifico delle eco-tecnologie e del restauro marino.

### ENGLISH

The course aims to provide the students with the latest knowledge about eco-technologies for restoring the capacity of degraded marine ecosystems to provide goods and services. The course provides the student with knowledge about:

- the structure and functioning of marine ecosystems
- the anthropogenic disturbances and the responses of marine ecosystems to them
- the principles of marine ecosystems quality monitoring with focus on European directives
- how to design and execute a monitoring plan and analyze the results using hypothesis-based statistical tools
- the most common ecological restoration procedures with focus on procedural differences depending on the restoration target (species, habitat, community, ecosystem)



With reference to the Dublin Descriptors, the course aims to equip the student with:

#### *Knowledge and understanding*

Knowledge of the basic principles of marine ecosystems structure and functioning, and their alterations due anthropogenic impacts, the principles of marine restoration, the main restoration technologies of marine ecosystems.

#### *Applying knowledge and understanding*

Application skills for the purposes of evaluating the consequences of natural and anthropogenic disturbance on the different levels of biological and ecological organization of marine ecosystems.

Methodological skills for the design and execution of marine ecosystems' monitoring, with focus on the assessment of their quality status according to European directives.

#### *Making judgements*

Judgement Autonomy, through the acquisition of the basic principles of the interpretation of ecological manipulative experiments with statistical tools based on the analysis of hypotheses.

#### *Communication skills*

Communication skills, through the acquisition of an appropriate terminological baggage of the specific contents of the course.

#### *Learning skills*

Ability to learn, through the acquisition of the basic principles of the analysis of scientific literature in the field of marine ecology and marine restoration.

### **Prerequisiti**

#### **ITALIANO**

Lo studente dovrebbe possedere basi di biologia animale e vegetale, matematica, chimica generale, fisica, microbiologia.

#### **ENGLISH**

The student should own the basics of animal and plant biology, mathematics, general chemistry, physics, microbiology.

### **Contenuti**

#### **ITALIANO**

##### *Principali argomenti trattati:*

Il corso è strutturato nelle seguenti 5 unità didattiche, una delle quali (Unità 2) includente attività pratiche in laboratorio e in campo.

##### **STRUTTURA E FUNZIONAMENTO DEGLI ECOSISTEMI MARINI (1 CFU-F; 8h)**

Definizione di ecosistema; struttura e funzionamento degli ecosistemi marini; misure della biodiversità e del funzionamento degli ecosistemi marini; relazioni tra biodiversità, funzionamento e produzione di beni e servizi da parte degli ecosistemi marini

##### **IL DISTURBO IN MARE E LE RISPORTE ECOSISTEMICHE (1 CFU-F, 8h)**

Definizione del disturbo in contesto ecologico; categorizzazione dei principali fattori di disturbo naturale ed antropico negli ecosistemi marini: inquinamento organico (e.g., eutrofizzazione; biofouling) ed inorganico (e.g., combustibili fossili, plastica, inquinamento termico); alterazione e distruzione di habitat (e.g., pesca a strascico, acquacultura); bioinvasioni; stressori multipli.

##### **MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DEGLI ECOSISTEMI MARINI (1 CFU-F, 8h)**

Lezioni frontali: Le procedure DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte); il ruolo decisionale del monitoraggio; principi del monitoraggio in ambiente marino; la Marine Strategy Framework Directive (MSFD) e i relativi descrittori e target di qualità; metriche ecologiche per la valutazione dello stato degli ecosistemi marini; implicazioni socioeconomiche dei risultati del monitoraggio secondo la MSFD.

##### **IL RESTAURO ECOLOGICO: DEFINIZIONI E TIPOLOGIE (0,5 CFU-F, 4h)**

Il concetto di restauro ecologico, restauro attivo e restauro passivo; il concetto di recuperabilità; resistenza, robustezza e resilienza del restauro; differenze tra restauro ecologico, riabilitazione, (bio)rimedio, ri-creazione, re-introduzione, bonifica, sostituzione; i concetti di mitigazione e compensazione; miglioramento e creazione di habitat.

##### **APPROCCI ED ECOTECNOLOGIE PER IL RESTAURO MARINO (1,5 CFU-F; 12h)**



Restauro di habitat con strutture artificiali in ambiente marino con focus sulle barriere coralline e gli ambienti di coralligeno costiero (e.g., corallo rosso; alghe coralline); tecniche di ripristino delle praterie di fanerogame marine (e.g., *Posidonia oceanica*) e valutazione dell'efficacia delle procedure di trapianto; restauro degli ambienti marini profondi; restauro dei letti di macroalghe a tallo eretto (e.g. *Cystoseira* spp.); banchi a molluschi lamellibranchi (e.g. *Ostrea* spp.); ripristino ambientale di siti contaminati (il caso della Baia di Bagnoli); restauro marino assistito dal microbioma naturale.

**Attività laboratoriali:**

(1 CFU-L, 12h)

Tecniche di disegno sperimentale basate su ipotesi (Control-Impact, After-Control-Impact, Before-After-Control-Impact (BACI), beyond-BACI); tecniche di campionamento di matrici ambientali e biologiche in mare ed analisi dei risultati del monitoraggio marino; elementi di statistica uni- e multi-variata per la valutazione degli impatti sugli ecosistemi marini; uscita in campo per lo studio dell'inquinamento da item antropogenici in ambiente marino-costiero.

**ENGLISH**

**Main covered topics:**

The course is structured into 5 teaching units, one of which (2) includes practical activities in the laboratory and in the field.

**STRUCTURE AND FUNCTIONING OF MARINE ECOSYSTEMS (1 CFU-F; 8h)**

Definition of ecosystem; structure and functioning of marine ecosystems; measurements of biodiversity and the marine ecosystems functioning; relationships between biodiversity, functioning and production of goods and services by marine ecosystems.

**DISTURBANCE AT SEA AND ECOSYSTEM RESOURCES (1 CFU-F, 8h)**

Definition of disturbance in an ecological context; categorization of the main natural and anthropogenic disturbance factors in marine ecosystems: organic (e.g., eutrophication; biofouling) and inorganic (e.g., fossil fuels, plastics, thermic) pollution; habitat alteration and destruction (e.g., trawling, aquaculture); bioinvasions; multiple stressors.

**MONITORING THE QUALITY OF MARINE ECOSYSTEMS (1 CFU-F + 1 CFU-L; 8+12 h)**

Frontal lectures: DPSIR (Determinants, Pressures, State, Impacts, Responses) procedures; the decision-making role of environmental monitoring; principles of marine environment monitoring in the; the Marine Strategy Framework Directive (MSFD) and related quality descriptors and targets; ecological metrics for assessing the quality state of marine ecosystems; socio-economic implications of marine monitoring results according to the MSFD.

Field and Laboratory activities: Hypothesis-based experimental design techniques (Control-Impact, After-Control-Impact, Before-After-Control-Impact (BACI), beyond-BACI); sampling techniques of environmental and biological matrices at sea and analysis of marine monitoring results; elements of uni- and multi-variate statistics for the assessment of impacts on marine ecosystems; field trip to study pollution from anthropogenic items in the marine-coastal environment.

**ECOLOGICAL RESTORATION: DEFINITIONS AND TYPOLOGIES (0.5 CFU-F, 4h)**

The concept of ecological restoration, active restoration and passive restoration; the concept of recoverability; resistance, robustness and resilience of restoration; differences between ecological restoration, rehabilitation, (bio)remediation, re-creation, re-introduction, reclamation, replacement; the concepts of mitigation and compensation; habitat improvement and creation; definition and function of nature-based solutions (NBS).

**APPROACHES AND ECOTECHNOLOGIES FOR MARINE RESTORATION (1.5 CFU-F; 12h)**

Restoration of marine habitats with artificial structures with focus on coral reefs and coralligenous habitats (e.g., red coral; coral algae); techniques for restoring seagrass meadows (e.g., *Posidonia oceanica*) and evaluating the effectiveness of transplantation procedures; restoration of deep marine environments; restoration of erect-thallus macroalgal beds (e.g. *Cystoseira* spp.); banks of lamellibranch mollusks (e.g. *Ostrea* spp.); environmental restoration of contaminated sites (the case of Bagnoli Bay); natural microbiome-assisted marine restoration.

**Laboratory activities:**

(1 CFU-L, 12h)

Hypothesis-driven experimental design techniques (Control-Impact, After-Control-Impact, Before-After-Control-Impact (BACI), beyond-BACI); sampling techniques of environmental and biological matrices in the sea and analysis of marine monitoring results; elements of uni- and multivariate statistics for the assessment of impacts on marine ecosystems; field activities for the study of anthropogenic item pollution in the marine-coastal environment.



## Metodi didattici

### ITALIANO

Il corso è erogato in 5 unità didattiche, delle quali l'unità 3, dedicata al monitoraggio della qualità degli ecosistemi marini, include un 1CFU di attività pratiche effettuate anche in laboratorio e in campo.

Le lezioni frontali in aula, basate su materiale didattico sottoforma di presentazioni, si basano anche sulla spiegazione e discussione di schemi, immagini e filmati.

Le esperienze pratiche prevedono attività di campo e di laboratorio dedicate alla messa in opera di un piano di monitoraggio di un ecosistema marino ai fini di un restauro.

### ENGLISH

The course is delivered in 5 teaching units, of which unit 3, dedicated to the monitoring of marine ecosystems quality, includes 1 CFU of practical activities to be carried out also in the laboratory and in the field.

The frontal lessons, based on teaching material in the form of presentations, are also based on the explanation and discussion of diagrams, images and videos.

Practical experiences include field and laboratory activities dedicated to put in place a monitoring plan of a marine ecosystem for restoration purposes

## Verifica dell'apprendimento

### ITALIANO

L'esame prevede una verifica orale delle conoscenze. Il voto finale tiene conto della valutazione integrata di:

I) Livello e qualità della preparazione in termini di appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze acquisite, delle abilità di applicazione delle stesse, della capacità di implementare le competenze acquisite nel più ampio contesto culturale di riferimento; qualità ed efficacia della modalità espositiva; utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina; capacità di scambio ed interazione con i docenti durante il colloquio.

II) Livello di proprietà e consapevolezza delle conoscenze in termini di spirito critico e capacità di autovalutazione;

La votazione è espressa in trentesimi. I crediti sono assegnati se lo studente raggiunge il punteggio minimo di 18/30.

Il giudizio è articolato in ranghi di voto secondo i seguenti livelli:

a) Sufficiente (da 18 a 20/30): scarsa acquisizione delle nozioni, livello superficiale della preparazione, molte lacune, capacità espressive modeste; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa proprietà di linguaggio; scarsa interazione con il docente durante il colloquio; debole spirito critico, minima conoscenza delle competenze applicative.

b) Discreto (da 21 a 23/30): discreta acquisizione di nozioni, scarso approfondimento, e poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente; accettabile padronanza del linguaggio proprio della disciplina; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi; sufficiente spirito critico; sufficiente interazione con il docente durante il colloquio.

c) Buono (da 24 a 26): bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con poche lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio proprio della disciplina; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi, buono spirito critico più che accettabile interazione con il docente durante il colloquio.

d) Ottimo (da 27 a 29): bagaglio di nozioni molto esteso, approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio proprio della disciplina; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi; spirito critico ben strutturato e evidenti capacità di interazione dialettica con il docente durante il colloquio.

e) Eccellente (30): bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito, eventuali lacune irrilevanti; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio proprio della disciplina; ottima capacità dialogica nel colloquio, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi, spiccato senso critico.

La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

### ENGLISH

The exam includes an oral verification of knowledge. The final grade considers the integrated assessment of:

I) Level and quality of preparation in terms of appropriateness, correctness and congruence of the knowledge acquired, the ability to apply it, the ability to implement the skills acquired in the broader cultural context of reference; quality and effectiveness of the exhibition method; appropriate use of the specific



language of the discipline; ability to exchange and interact with teachers during the interview.

II) Level of ownership and awareness of knowledge in terms of critical thinking and self-assessment skills;  
The vote is expressed in thirtieths.

Credits are awarded if the student reaches the minimum score of 18/30.

The judgment is divided into voting ranks according to the following levels:

a) Sufficient (from 18 to 20/30): poor acquisition of notions, superficial level of preparation, many gaps, modest expressive skills; logical skills and consequentiality in the connection of elementary level topics; poor language skills; poor interaction with the teacher during the interview; weak critical spirit, minimal knowledge of application skills.

b) Discreet (from 21 to 23/30): discrete acquisition of notions, little depth, and few gaps; expressive skills more than sufficient to sustain a coherent dialogue; acceptable mastery of the language of the discipline; logical skills and consequentiality in the connection of topics of moderate complexity; more than sufficient capacity for synthesis; sufficient critical spirit; sufficient interaction with the teacher during the interview.

c) Good (from 24 to 26): rather broad knowledge base, moderate depth, with few gaps; satisfactory expressive skills and significant mastery of the language of the discipline; clearly detectable dialogic ability and critical spirit; good ability to summarize, good critical spirit more than acceptable interaction with the teacher during the interview.

d) Optimum (from 27 to 29): very extensive, in-depth knowledge base, with marginal gaps; remarkable expressive skills and high mastery of the language of the discipline; remarkable dialogic ability, good competence and relevant aptitude for synthesis; well-structured critical spirit and clear dialectical interaction skills with the teacher during the interview.

e) Excellent (30): very extensive and in-depth knowledge base, possible irrelevant gaps; high expressive skills and high mastery of the language of the discipline; excellent dialogic skills in conversation, strong aptitude for making connections between different topics; excellent ability to synthesize, strong critical sense.

The praise is given to candidates clearly above the average, and whose possible notional, expressive, conceptual, logical limits turn out to be totally irrelevant as a whole.



## Insegnamento opzionale a scelta dello studente

### Chimica e Tecnologia Farmaceutiche Applicate alle Biotecnologie Marine

SSD: **CHIM/08 – CHIM/09**

CFU: **6**

Tipo di attività didattica: **lezione e laboratorio**

Anno di corso: **2°**

Insegnamento **opzionale**

Modalità di erogazione: **convenzionale**

Lingua di erogazione: **italiano**

Ore di didattica: **52 (40 lezione e 12 laboratorio)**

Tipo esame: **orale**

#### Obiettivi

##### ITALIANO

Il corso fornisce competenze avanzate in chimica e tecnologia farmaceutica applicate alle risorse marine. Gli studenti impareranno a sviluppare medicinali, cosmetici e nutraceutici innovativi, sfruttando bioattivi derivati da microorganismi, alghe e biomateriali marini, con attenzione alla sostenibilità.

#### Conoscenza e capacità di comprensione

1. Conoscere e comprendere la chimica dei composti naturali estratti da organismi marini (microalghe, macroalghe, spugne, microrganismi) con potenziale farmaceutico.
  - Comprendere la relazione struttura attività. Conoscere i metodi di ottimizzazione strutturale per ottenere un possibile lead e drug candidate.
  - Conoscere e comprendere i metodi di progettazione razionalmente molecole bioattive (drug design) applicati ai composti bioattivi marini e la loro modellizzazione molecolare.
  - Conoscere l'assorbimento, distribuzione, metabolismo ed escrezione (ADME), correlando tali dati alla struttura chimica, all'efficacia terapeutica e alla sicurezza dei composti.
2. Comprendere i meccanismi d'azione dei composti bioattivi marini a livello molecolare.
  - Conoscere e comprendere come la struttura chimica influenzi l'interazione con i target biologici e l'effetto terapeutico.
3. Comprensione delle diverse forme farmaceutiche:
  - Conoscere i principi delle formulazioni farmaceutiche.
  - Distinguere le vie di somministrazione e valutarne l'impatto su biodisponibilità ed efficacia dei farmaci biotecnologici.
4. Competenze sui sistemi innovativi di veicolazione:
  - Conoscere i sistemi nano e microparticellari per migliorare stabilità e biodisponibilità dei farmaci biotecnologici, evidenziando i vantaggi rispetto alle formulazioni convenzionali.
5. Comprendere le proprietà uniche dei biomateriali derivanti da microorganismi e funghi marini, valutandone il potenziale applicativo in ambito farmaceutico, cosmetico e nutraceutico.
  - Esaminare le caratteristiche e gli utilizzi di biomateriali di origine marina, come i biopolimeri (collagene, chitina, chitosano), per il loro impiego in cosmetica, nutraceutica e biomedicina.
6. Approfondimento su microalghe e macroalghe e loro impiego in ambito farmaceutico, cosmetico e nutraceutico:
  - Acquisire una conoscenza approfondita sulla biodiversità delle microalghe, nonché delle tecniche di estrazione e delle applicazioni dei prodotti derivati da macroalghe (carragenina, alginati, agarosio) nei settori farmaceutico, cosmetico e nutraceutico.
7. Integrazione tra teoria e pratica:
  - Applicare le conoscenze teoriche per valutare e sviluppare tecnologie innovative e sistemi di rilascio farmaceutico, cosmetico e nutraceutico.

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Ottenere informazioni sulle relazioni struttura attività da dati presenti in letteratura.
- Applicare i metodi di ottimizzazione strutturale per ottenere un possibile lead e drug candidate.
- Progettare razionalmente molecole bioattive (drug design) applicate ai composti bioattivi marini e la loro modellizzazione molecolare.
- Analizzare dati su assorbimento, distribuzione, metabolismo ed escrezione (ADME) e correlandoli con la struttura chimica, l'efficacia terapeutica e la sicurezza dei composti.



- Saper riconoscere come la struttura chimica influenzi l'interazione con i target biologici e l'effetto terapeutico.
- Utilizzare le conoscenze acquisite per formulare e caratterizzare diverse forme farmaceutiche, tenendo conto delle specifiche esigenze di somministrazione e rilascio dei farmaci biotecnologici.
- Selezionare il sistema di veicolazione più appropriato in base alle caratteristiche del farmaco e alla via di somministrazione, integrando tecnologie innovative di tipo nano e microparticellare.
- Sviluppare e ottimizzare sistemi di veicolazione innovativi, migliorando la stabilità e la biodisponibilità dei principi attivi biotecnologici.
- Applicare le conoscenze sui biopolimeri derivati da microorganismi e funghi marini per sviluppare processi industriali e farmaceutici, ottimizzando l'efficienza produttiva o la formulazione di prodotti biotecnologici.
- Sfruttare biomateriali di origine marina per progettare tecnologie farmaceutiche avanzate, come dispositivi per il rilascio controllato di farmaci o scaffold per la rigenerazione tissutale.
- Impiegare microalghe e derivati di macroalghe (come carragenina, alginati e agarosio) in formulazioni farmaceutiche, cosmetiche e nutraceutiche, ottimizzando sia i processi di estrazione che di applicazione.
- Valutare le proprietà funzionali di questi derivati per la creazione di prodotti innovativi e sostenibili nei settori farmaceutico, cosmetico e nutraceutico.
- Impiegare biopolimeri di origine marina, come collagene, chitina e chitosano, in applicazioni farmaceutiche, cosmetiche o biomedicali, sviluppando materiali avanzati per il rilascio controllato di farmaci.
- Sviluppare competenze sperimentali nella conduzione di tecniche di laboratorio, dalla caratterizzazione di sistemi nano e microparticellari alla purificazione di biopolimeri.
- Interpretare i risultati di analisi sperimentali, come la valutazione di parametri chimico-fisici (dimensioni, carica, stabilità) di sistemi farmaceutici o biomateriali, al fine di ottimizzarne la formulazione e l'applicazione pratica.

#### *Autonomia di giudizio*

Al termine del corso, gli studenti acquisiranno una solida autonomia di giudizio che li renderà capaci di:

- Valutare criticamente la chimica dei composti bioattivi marini, confrontando strutture chimiche e identificando i vantaggi in base alla relazione struttura-attività (SAR).
- Formulare giudizi sulle strategie di ottimizzazione strutturale per identificare lead e drug candidates, migliorando l'efficacia e la sicurezza.
- Analizzare metodi di drug design e modellizzazione molecolare,
- Interpretare dati ADME e comprendere i meccanismi d'azione a livello molecolare per valutare l'idoneità dei composti come farmaci.
- Analizzare e confrontare diverse forme farmaceutiche, identificandone vantaggi e limitazioni in base al tipo di principio attivo, alla via di somministrazione e alle esigenze cliniche.
- Formulare giudizi autonomi sulla scelta dei sistemi di veicolazione più appropriati per ottimizzare la stabilità, l'efficacia e la sicurezza dei bioattivi biotecnologici.
- Valutare i risultati delle analisi sperimentali riguardanti i sistemi di veicolazione, considerando parametri come dimensioni, stabilità, biodisponibilità e capacità di rilascio controllato dei bioattivi.
- Identificare soluzioni innovative per il miglioramento dei processi biotecnologici, farmaceutici, cosmetici e nutraceutici, prendendo decisioni basate su una valutazione critica delle tecnologie esistenti e delle nuove scoperte scientifiche.
- Valutare l'impatto di nuove tecnologie e materiali sull'efficienza e la sostenibilità dei processi industriali, nonché sulla sicurezza dei prodotti finali.
- Formulare giudizi autonomi su questioni etiche legate all'utilizzo delle biotecnologie marine, considerando i benefici per la salute e per l'ambiente.
- Giudicare l'applicabilità industriale dei biopolimeri e biomateriali di origine marina, basandosi su un'analisi costo-beneficio e sull'ottimizzazione dei processi produttivi nei settori cosmetico, farmaceutico e nutraceutico.
- Condurre valutazioni indipendenti sulle scelte scientifiche e tecnologiche da intraprendere durante lo sviluppo di nuovi sistemi di rilascio farmaceutico o biomateriali.
- Gestire situazioni complesse, bilanciando l'efficacia dei prodotti biotecnologici con i requisiti normativi e le esigenze dei consumatori.

#### *Abilità comunicative*

Al termine del corso, gli studenti svilupperanno solide abilità comunicative che permetteranno loro di:



- Comunicare in maniera chiara ed efficace utilizzando i termini scientifici i concetti complessi relativi alla chimica dei composti naturali marini, e ai meccanismi d'azione dei bioattivi marini, sia a un pubblico specializzato che non specializzato.
- Essere in grado di redigere e presentare relazioni tecniche e scientifiche riguardanti la caratterizzazione, la progettazione e l'ottimizzazione di composti bioattivi marini. Saper utilizzare strumenti visivi, come grafici, tabelle e presentazioni multimediali, per migliorare la comprensione dei dati sperimentali.
- Partecipazione a discussioni scientifiche e dimostrare capacità di dialogo e confronto durante discussioni scientifiche e progetti di gruppo, fornendo contributi significativi e rispondendo in modo pertinente a domande e osservazioni dei colleghi e del docente.
- Spiegare, in modo chiaro e accessibile, i concetti complessi relativi alle formulazioni farmaceutiche, ai sistemi di veicolazione e alle biotecnologie marine.
- Utilizzare un linguaggio tecnico appropriato per presentare argomenti scientifici in conferenze, incontri professionali e contesti accademici.
- Adattare il proprio stile comunicativo in base al contesto, sia esso una discussione accademica o meno, una presentazione a potenziali investitori o un dialogo con partner industriali o regolatori.
- Presentare i propri risultati di ricerca utilizzando supporti visivi come grafici, tabelle e presentazioni multimediali, al fine di rendere i dati e i risultati più comprensibili.
- Partecipare attivamente a discussioni scientifiche, rispondendo in modo appropriato a domande e commenti da parte del pubblico e dei colleghi.
- Comunicare efficacemente all'interno di gruppi di lavoro multidisciplinari, contribuendo con le proprie competenze specifiche e comprendendo i diversi ruoli all'interno del team.
- Coordinare e gestire discussioni di gruppo per risolvere problemi scientifici o tecnici, promuovendo uno scambio produttivo di idee.

#### *Capacità di apprendimento*

Gli studenti svilupperanno le specifiche capacità di apprendimento necessarie per intraprendere gli studi successivi con un alto grado di autonomia.

#### **ENGLISH**

The course provides advanced skills in pharmaceutical chemistry and technology applied to marine resources. Students will learn to develop innovative drugs, cosmetics and nutraceuticals by exploiting bioactives derived from microorganisms, algae and marine biomaterials, with a focus on sustainability.

#### *Knowledge and understanding*

Understanding the Chemistry of Natural Compounds from Marine Organisms

**Knowledge:** Understand the chemistry of natural compounds extracted from marine organisms (microalgae, macroalgae, sponges, microorganisms) with pharmaceutical potential.

**Structure-Activity Relationship (SAR):** Know the structure-activity relationship and methods for structural optimization to obtain potential lead compounds and drug candidates.

**Drug Design:** Acquire knowledge of rational design methods for bioactive molecules (drug design) applied to marine bioactive compounds and their molecular modeling.

**ADME Properties:** Understand the absorption, distribution, metabolism, and excretion (ADME) properties, correlating these data with the chemical structure, therapeutic efficacy, and safety of the compounds.

**Mechanisms of Action of Marine Bioactive Compounds**

Understand the molecular mechanisms of action of marine bioactive compounds.

Comprehend how chemical structure influences interaction with biological targets and therapeutic effects.

Pharmaceutical Dosage Forms

**Knowledge:** Understand the principles of pharmaceutical formulations.

**Routes of Administration:** Distinguish between different routes of administration and evaluate their impact on the bioavailability and efficacy of biotechnological drugs.

**Competence in Innovative Drug Delivery Systems:** Understand nano- and microparticulate systems for improving the stability and bioavailability of biotechnological drugs, highlighting their advantages over conventional formulations.

**Unique Properties of Marine-Derived Biomaterials:** Assess the potential applications of biomaterials derived from marine microorganisms and fungi in pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical fields.

Examine the characteristics and applications of marine-derived biomaterials, such as biopolymers (collagen, chitin, chitosan), in cosmetics, nutraceuticals, and biomedicine.



**Microalgae and Macroalgae Applications:** Acquire in-depth knowledge of the biodiversity of microalgae and the extraction techniques and applications of products derived from macroalgae (e.g., carrageenan, alginates, agarose) in pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical fields.  
Integration of Theory and Practice

Apply theoretical knowledge to evaluate and develop innovative technologies and delivery systems in the pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical fields.

#### *Applying knowledge and understanding*

- **Gather Information on Structure-Activity Relationships (SAR):** Extract and interpret SAR data from scientific literature.
- **Apply Structural Optimization Methods:** Utilize structural optimization techniques to identify potential lead compounds and drug candidates.
- **Design Bioactive Molecules:** Rationally design bioactive molecules (drug design) applied to marine bioactive compounds and perform their molecular modeling.
- **Analyze ADME Data:** Analyze absorption, distribution, metabolism, and excretion (ADME) data, correlating them with chemical structure, therapeutic efficacy, and compound safety.
- **Understand the Influence of Chemical Structure:** Recognize how chemical structure affects interaction with biological targets and therapeutic outcomes.
- **Formulate and Characterize Pharmaceutical Dosage Forms:** Apply acquired knowledge to formulate and characterize different dosage forms, considering specific administration and release requirements for biotechnological drugs.
- **Select Appropriate Delivery Systems:** Identify the most suitable drug delivery systems based on drug characteristics and administration route, integrating innovative nano- and microparticulate technologies.
- **Develop and Optimize Innovative Delivery Systems:** Create and refine innovative delivery systems to enhance the stability and bioavailability of biotechnological active ingredients.
- **Apply Knowledge of Marine Biopolymers:** Use marine microorganism- and fungus-derived biopolymers to develop industrial and pharmaceutical processes, optimizing production efficiency or biotechnological product formulations.
- **Utilize Marine Biomaterials:** Leverage marine-derived biomaterials to design advanced pharmaceutical technologies, such as controlled drug release systems or scaffolds for tissue regeneration.
- **Employ Algae-Derived Ingredients in Formulations:** Use microalgae and macroalgae derivatives (e.g., carrageenan, alginates, agarose) in pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical formulations, optimizing extraction processes and applications.
- **Evaluate Functional Properties of Derivatives:** Assess the functional properties of marine-derived products to create innovative and sustainable pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical solutions.
- **Use Marine Biopolymers in Advanced Applications:** Apply marine-derived biopolymers, such as collagen, chitin, and chitosan, to pharmaceutical, cosmetic, or biomedical applications, developing advanced materials for controlled drug delivery.
- **Develop Experimental Laboratory Skills:** Acquire hands-on skills in laboratory techniques, including the characterization of nano- and microparticulate systems and the purification of biopolymers.
- **Interpret Experimental Analysis Results:** Analyze and interpret experimental data, such as chemical-physical parameters (e.g., size, charge, stability) of pharmaceutical systems or biomaterials, to optimize formulation and practical application.

#### *Making judgements*

At the end of the course, students will acquire solid critical judgment skills, enabling them to:

- **Critically evaluate the chemistry of marine bioactive compounds**, comparing chemical structures and identifying advantages based on structure-activity relationships (SAR).
- **Assess structural optimization strategies** to identify lead compounds and drug candidates, enhancing efficacy and safety.
- **Analyze drug design methods and molecular modeling**, drawing critical conclusions about their applicability to bioactive compounds.
- **Interpret ADME data and molecular mechanisms of action** to evaluate the suitability of compounds as drugs.
- **Examine and compare different pharmaceutical dosage forms**, identifying their advantages and limitations based on the active ingredient, route of administration, and clinical needs.
- **Formulate independent judgments on the selection of appropriate delivery systems**, optimizing the stability, efficacy, and safety of biotechnological bioactives.



- **Evaluate experimental data on delivery systems**, considering parameters such as size, stability, bioavailability, and controlled release capabilities of bioactives.
- **Identify innovative solutions** to improve biotechnological, pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical processes, making decisions based on critical evaluations of existing technologies and new scientific discoveries.
- **Assess the impact of new technologies and materials** on industrial efficiency, sustainability, and the safety of final products.
- **Make independent judgments on ethical issues** related to the use of marine biotechnology, considering benefits for health and the environment.
- **Evaluate the industrial applicability of marine-derived biopolymers and biomaterials**, based on cost-benefit analyses and optimization of production processes in the cosmetic, pharmaceutical, and nutraceutical sectors.
- **Independently assess scientific and technological choices** during the development of new drug delivery systems or biomaterials.
- **Manage complex situations**, balancing the effectiveness of biotechnological products with regulatory requirements and consumer needs.

#### *Communication skills*

At the end of the course, students will develop strong communication skills that will enable them to:

- **Communicate complex concepts clearly and effectively**, using scientific terminology to explain topics related to the chemistry of marine natural compounds and the mechanisms of action of marine bioactives to both specialized and non-specialized audiences.
- **Draft and present technical and scientific reports** on the characterization, design, and optimization of marine bioactive compounds. Utilize visual tools such as graphs, tables, and multimedia presentations to enhance the understanding of experimental data.
- **Participate in scientific discussions**, demonstrating dialogue and critical thinking skills during group discussions and projects, providing meaningful contributions, and responding appropriately to questions and observations from peers and instructors.
- **Explain complex concepts** related to pharmaceutical formulations, delivery systems, and marine biotechnologies in a clear and accessible manner.
- **Use appropriate technical language** to present scientific topics in conferences, professional meetings, and academic settings.
- **Adapt communication style** to suit the context, whether it is an academic discussion, a presentation to potential investors, or a dialogue with industrial or regulatory partners.
- **Present research findings effectively**, using visual aids such as graphs, tables, and multimedia presentations to make data and results more understandable.
- **Actively engage in scientific discussions**, responding appropriately to questions and feedback from the audience and colleagues.
- **Communicate effectively within multidisciplinary teams**, contributing specific expertise while understanding and valuing the different roles within the group.
- **Coordinate and manage group discussions** to solve scientific or technical problems, fostering a productive exchange of ideas.

#### *Learning skills*

Students will develop the specific learning skills required to pursue further studies with a high degree of autonomy.

#### **Prerequisiti**

##### **ITALIANO**

Conoscenza dei principi generali inerenti alla chimica organica, alla biochimica e alla farmacologia generale.

##### **ENGLISH**

A solid understanding of the general principles of organic chemistry, biochemistry, and general pharmacology.

#### **Contenuti**

##### **ITALIANO**

##### *Principali argomenti trattati:*

Il programma del corso si concentra sull'esplorazione delle diverse tecnologie e applicazioni delle biotecnologie marine e farmaceutiche, comprendendo anche il rilascio di farmaci e l'uso di biopolimeri di origine marina. Di seguito è presentata una panoramica dei principali contenuti:



1. Introduzione alla Chimica dei Composti Naturali Marini
2. Relazione Struttura-Attività (SAR) dei Bioattivi Marini
  - Concetti fondamentali di SAR: correlazione tra struttura chimica e attività biologica.
  - Analisi e interpretazione dei dati SAR per la valutazione dell'attività biologica
3. Ottimizzazione Strutturale per lo Sviluppo di Lead Compounds
  - Metodi di modifica strutturale per migliorare l'affinità e la selettività dei composti.
  - Sintesi di analoghi e derivati dei composti bioattivi marini.
  - Valutazione della stabilità chimica e ottimizzazione delle proprietà farmacologiche
4. Progettazione Razionale di Molecole Bioattive (Drug Design)
  - Introduzione al drug design: principi e approcci (structure-based e ligand-based).
  - Modellizzazione molecolare applicata ai composti bioattivi marini.
  - Utilizzo di software di simulazione per la progettazione e l'ottimizzazione dei candidati farmaci.
5. Farmacocinetica dei Composti Bioattivi Marini: ADME
  - Principi di assorbimento, distribuzione, metabolismo ed escrezione (ADME).
  - Correlazione tra proprietà chimiche e farmacocinetica dei composti bioattivi.
  - Strategie per migliorare la biodisponibilità e la stabilità metabolica.
6. Meccanismi d'Azione dei Composti Marini a Livello Molecolare
  - Studio dei target molecolari dei composti bioattivi marini (enzimi, recettori, canali ionici).
  - Metodi di valutazione dei meccanismi d'azione (test in vitro e modelli computazionali).
  - Esempi di composti marini con meccanismi d'azione unici.
7. Interazione tra Struttura Chimica e Target Biologici
  - Analisi dell'interazione tra molecole bioattive e target attraverso tecniche di docking molecolare.
  - Comprendere l'influenza della struttura chimica sull'affinità e sull'efficacia terapeutica.
  - Studio di case studies di farmaci marini sviluppati tramite progettazione razionale.
8. Formulazione e Caratterizzazione delle Diverse Forme Farmaceutiche per Uso Biotecnologico
  - Introduzione alle formulazioni farmaceutiche convenzionali e a rilascio modificato, con approfondimento delle vie di somministrazione e delle tecnologie innovative per il rilascio di farmaci.
9. Sistemi Innovativi di Veicolazione di Farmaci biotecnologici
  - Approfondimento sui sistemi microparticellari e nanoparticellari per migliorare il rilascio e la biodisponibilità dei farmaci biotecnologici.
10. Biopolimeri di Interesse Industriale da Microorganismi e Funghi Marini
  - Introduzione ai biopolimeri di origine marina e alle loro applicazioni nel settore industriale farmaceutico, cosmetico e nutraceutico.
11. Le Microalghe: Usi farmaceutici e in Cosmesi e Nutraceutica
  - Esplorazione della biodiversità delle microalghe e delle loro applicazioni in campo farmaceutico, cosmetico e nutraceutico.
12. Prodotti e Derivati da Macroalghe: Carragenina, Alginati e Agarosio
  - Studio delle tecniche di estrazione e delle applicazioni industriali dei prodotti derivati dalle macroalghe.
13. Biomateriali di Origine Marina e Nanotecnologie
  - Introduzione ai biomateriali marini e all'uso di nano e microtecnologie per la progettazione di materiali bioispirati.
  - Approfondimento delle metodologie di estrazione e delle applicazioni farmaceutiche, cosmetiche e nutraceutiche dei biopolimeri marini come collagene, chitina e chitosano.

Il corso offre un'ampia panoramica su come le biotecnologie marine possano essere integrate nelle industrie farmaceutiche, cosmetiche e nutraceutiche, ponendo particolare enfasi sulle innovazioni tecnologiche, i sistemi di rilascio controllato e l'impiego di biomateriali per applicazioni terapeutiche.

**Attività laboratoriali:**

1. Introduzione e Tecniche di Base
  - Presentazione sugli obiettivi del laboratorio, attrezzature e norme di sicurezza. Introduzione teorica ai composti bioattivi marini e alle loro potenzialità applicative.
  - Pratica sulle tecniche di estrazione dei bioattivi da alghe o microorganismi, seguita da una prima caratterizzazione con strumenti come la spettrofotometria UV-Vis.
2. Sviluppo e Valutazione di Formulazioni



- Scelta del bioattivo estratto nella prima giornata e progettazione di una forma nutraceutica o cosmeceutica (es. gel, crema), con discussione sulle modalità di somministrazione.
- Preparazione della formulazione scelta e analisi delle sue proprietà chimico-fisiche, come stabilità, viscosità.

### 3. Innovazione e Applicazioni Avanzate

- Approfondimento teorico su biomateriali di origine marina, biopolimeri e sistemi innovativi di veicolazione come nanoparticelle e vescicole fosfolipidiche.
- Sviluppo di sistemi di veicolazione biotecnologici avanzati e analisi dei parametri chimico-fisici come dimensioni e stabilità colloidale.

## ENGLISH

### *Main covered topics:*

The course program focuses on exploring various technologies and applications of marine and pharmaceutical biotechnologies, including drug delivery and the use of marine-derived biopolymers. Below is an overview of the main content:

1. **Introduction to Marine Natural Products Chemistry**
2. **Structure-Activity Relationship (SAR) of Marine Bioactives**
  - Fundamental concepts of SAR: correlation between chemical structure and biological activity.
  - Analysis and interpretation of SAR data for evaluating biological activity.
3. **Structural Optimization for Lead Compound Development**
  - Methods for structural modification to improve compound affinity and selectivity.
  - Synthesis of analogs and derivatives of marine bioactive compounds.
  - Evaluation of chemical stability and optimization of pharmacological properties.
4. **Rational Design of Bioactive Molecules (Drug Design)**
  - Introduction to drug design: principles and approaches (structure-based and ligand-based).
  - Molecular modeling applied to marine bioactive compounds.
  - Use of simulation software for drug candidate design and optimization.
5. **Pharmacokinetics of Marine Bioactives: ADME**
  - Principles of absorption, distribution, metabolism, and excretion (ADME).
  - Correlation between chemical properties and pharmacokinetics of bioactive compounds.
  - Strategies to improve bioavailability and metabolic stability.
6. **Mechanisms of Action of Marine Compounds at the Molecular Level**
  - Study of molecular targets of marine bioactive compounds (enzymes, receptors, ion channels).
  - Evaluation methods for mechanisms of action (in vitro tests and computational models).
  - Examples of marine compounds with unique mechanisms of action.
7. **Interaction Between Chemical Structure and Biological Targets**
  - Analysis of bioactive molecule interactions with targets using molecular docking techniques.
  - Understanding how chemical structure influences affinity and therapeutic efficacy.
  - Case studies of marine drugs developed through rational design.
8. **Formulation and Characterization of Pharmaceutical Forms for Biotechnological Use**
  - Introduction to conventional and modified-release pharmaceutical formulations, emphasizing administration routes and innovative drug delivery technologies.
9. **Innovative Drug Delivery Systems for Biotechnological Drugs**
  - In-depth focus on microparticulate and nanoparticulate systems to improve drug delivery and bioavailability.
10. **Industrial Biopolymers from Marine Microorganisms and Fungi**
  - Introduction to marine-derived biopolymers and their applications in pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical industries.
11. **Microalgae: Applications in Pharmaceuticals, Cosmetics, and Nutraceuticals**
  - Exploration of microalgae biodiversity and their applications in pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical fields.
12. **Products and Derivatives from Macroalgae: Carrageenan, Alginates, and Agarose**
  - Study of extraction techniques and industrial applications of macroalgae-derived products.
13. **Marine Biomaterials and Nanotechnologies**
  - Introduction to marine biomaterials and the use of nano- and microtechnologies for designing bioinspired materials.
  - Detailed study of extraction methodologies and pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical applications of marine biopolymers like collagen, chitin, and chitosan.



The course provides an extensive overview of how marine biotechnologies can be integrated into pharmaceutical, cosmetic, and nutraceutical industries, with particular emphasis on technological innovations, controlled release systems, and the use of biomaterials for therapeutic applications.

#### Laboratory activities:

##### 1. Introduction and basic techniques

- Introduction to laboratory objectives, equipment and safety regulations. Introduction to marine bioactive compounds and their potential applications.
- Hands-on training in extraction techniques for bioactives from algae or microorganisms, followed by preliminary characterization using instruments such as UV-Vis spectrophotometry.

##### 2. Formulation and evaluation

- Selection of the bioactive compound extracted on the first day and design of a nutraceutical or cosmeceutical formulation (e.g. gel, cream) with discussion of administration methods.
- Preparation of the selected formulation and analysis of its physico-chemical properties, such as stability and viscosity.

##### 3. Innovation and advanced applications

- Overview of marine derived biomaterials, biopolymers and innovative delivery systems such as nanoparticles and phospholipid vesicles.
- Development of advanced biotechnological delivery systems and analysis of physicochemical parameters such as particle size and colloidal stability.

#### Metodi didattici

##### ITALIANO

Il corso prevede l'erogazione di 3 CFU (CHIM/08) + 2 CFU + 1 CFU (CHIM/09), sia teorici che pratici, distribuiti durante l'anno accademico. Le lezioni frontali si svolgono con il supporto di diapositive PowerPoint; ogni sessione viene introdotta da un breve riassunto delle lezioni precedenti e conclusa con una discussione interattiva per verificare l'apprendimento. Oltre alle lezioni in aula, il corso include question time, test di verifica e un modulo di laboratorio che permette agli studenti di applicare i concetti teorici in un contesto pratico.

##### ENGLISH

The course is structured to include **3 CFU (CHIM/08)**, **2 CFU**, and **1 CFU (CHIM/09)**, with a combination of theoretical and practical sessions distributed throughout the academic year.

Lectures are delivered using **PowerPoint presentations**. Each session begins with a brief summary of the previous lessons and ends with an **interactive discussion** to assess understanding. In addition to classroom lectures, the course incorporates the following:

- **Question Time:** Opportunities for students to clarify concepts and ask questions.
- **Assessment Tests:** Periodic evaluations to monitor learning progress.
- **Laboratory Module:** A hands-on module that allows students to apply theoretical knowledge in a practical context.

This combination ensures a comprehensive learning experience, balancing theoretical foundations with practical application.

#### Verifica dell'apprendimento

##### ITALIANO

Alla fine del corso, lo studente potrà accedere all'esame orale finale.

##### Criteri di valutazione

Il voto finale tiene conto di:

Qualità delle conoscenze, abilità, competenze possedute e/o manifestate:

- a. appropriatezza, correttezza e congruenza delle conoscenze;
- b. appropriatezza, correttezza e congruenza delle abilità;
- c. appropriatezza, correttezza e congruenza delle competenze. Modalità espositiva:
  - a. Capacità espressiva;
  - b. Utilizzo appropriato del linguaggio specifico della disciplina;
  - c. Capacità logiche e consequenzialità nel raccordo dei contenuti;
  - d. Capacità di collegare differenti argomenti trovando i punti comuni e istituire un disegno generale coerente, ossia curando struttura, organizzazione e connessioni logiche del discorso espositivo;
  - e. Capacità di sintesi anche mediante l'uso del simbolismo proprio della materia e l'espressione grafica di nozioni e concetti, sotto forma per esempio di formule, schemi, equazioni.



Qualità relazionali:

Disponibilità allo scambio e all'interazione con il docente durante il colloquio. Qualità personali:

- a. spirito critico;
- b. capacità di autovalutazione. Il giudizio può essere:
  - a. Sufficiente (da 18 a 20/30)

Lo studente dimostra di aver acquisito poche nozioni, livello superficiale, molte lacune. Capacità espressive modeste, ma comunque sufficienti a sostenere un dialogo coerente; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di livello elementare; scarsa capacità di sintesi e capacità di espressione grafica piuttosto stentata; scarsa interazione con il docente durante il colloquio.

- b. Discreto (da 21 a 23)

Il candidato dimostra discreta acquisizione di nozioni, ma scarso approfondimento, poche lacune; capacità espressive più che sufficienti a sostenere un dialogo coerente. Accettabile padronanza del linguaggio scientifico; capacità logiche e consequenzialità nel raccordo degli argomenti di moderata complessità; più che sufficiente capacità di sintesi e capacità di espressione grafica accettabile.

- c. Buono (da 24 a 26)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni piuttosto ampio, moderato approfondimento, con piccole lacune; soddisfacenti capacità espressive e significativa padronanza del linguaggio scientifico; capacità dialogica e spirito critico ben rilevabili; buona capacità di sintesi e capacità di espressione grafica più che accettabile.

- d. Ottimo (da 27 a 29)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso, ben approfondito, con lacune marginali; notevoli capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; notevole capacità dialogica, buona competenza e rilevante attitudine alla sintesi logica; elevate capacità di sintesi e di espressione grafica.

- e. Eccellente (30)

Il candidato dimostra un bagaglio di nozioni molto esteso e approfondito; elevate capacità espressive ed elevata padronanza del linguaggio scientifico; ottima capacità dialogica, spiccata attitudine a effettuare collegamenti tra argomenti diversi; ottima capacità di sintesi e grande dimestichezza con l'espressione grafica. La lode si attribuisce a candidati nettamente sopra la media, e i cui eventuali limiti nozionistici, espressivi, concettuali, logici risultino nel complesso del tutto irrilevanti.

## ENGLISH

### Final Examination

At the end of the course, students will take a final oral exam.

### Evaluation Criteria

The final grade takes into account the following aspects:

#### 1. Quality of Knowledge, Skills, and Competencies:

- a. Appropriateness, accuracy, and coherence of the knowledge.
- b. Appropriateness, accuracy, and coherence of the skills.
- c. Appropriateness, accuracy, and coherence of the competencies.

#### 2. Expository Skills:

- a. Expressive ability.
- b. Appropriate use of discipline-specific terminology.
- c. Logical reasoning and coherence in connecting topics.
- d. Ability to link different topics, identify common points, and construct a coherent overall framework, focusing on the structure, organization, and logical connections of the exposition.
- e. Synthesis skills, including the use of discipline-specific symbolism and graphical representation of notions and concepts, such as formulas, diagrams, and equations.

#### 3. Relational Skills:

Ability to engage and interact with the professor during the discussion.

#### 4. Personal Qualities:

- a. Critical thinking.
- b. Self-assessment skills.

### Grading Scale

The evaluation is categorized as follows:

#### a. Sufficient (18 to 20/30)

- The student demonstrates limited knowledge, superficial understanding, and many gaps.
- Modest expressive abilities, but sufficient to maintain a coherent dialogue.
- Elementary logical reasoning and connection of topics.
- Poor synthesis skills and rudimentary graphical representation.



- Minimal interaction with the professor during the exam.

**b. Fair (21 to 23/30)**

- The candidate demonstrates fair knowledge acquisition with limited depth and few gaps.
- More than sufficient expressive abilities to maintain a coherent dialogue.
- Acceptable command of scientific language.
- Logical reasoning and topic connection of moderate complexity.
- More than sufficient synthesis skills and acceptable graphical representation.

**c. Good (24 to 26/30)**

- The candidate demonstrates a broad knowledge base with moderate depth and minor gaps.
- Satisfactory expressive abilities and significant command of scientific language.
- Noticeable dialogic ability and critical thinking.
- Good synthesis skills and more than acceptable graphical representation.

**d. Very Good (27 to 29/30)**

- The candidate demonstrates a very extensive and well-developed knowledge base with marginal gaps.
- Excellent expressive abilities and high proficiency in scientific language.
- Significant dialogic ability, competence, and strong logical synthesis skills.
- Elevated synthesis skills and high-quality graphical representation.

**e. Excellent (30/30)**

- The candidate demonstrates an extensive and thoroughly developed knowledge base.
- Outstanding expressive abilities and exceptional command of scientific language.
- Exceptional dialogic ability and a marked aptitude for connecting different topics.
- Excellent synthesis skills and exceptional ease with graphical representation.
- Honors (cum laude) is awarded to candidates who are significantly above average, and any potential limitations in knowledge, expression, conceptual understanding, or logical reasoning are entirely negligible in the overall evaluation.