



## Corso di studi: Biologia Marina (Laurea magistrale)

**Denominazione:** Biologia Marina

**Facoltà:** SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

**Classe di appartenenza:** LM-6 BIOLOGIA

**Interateneo:** No

**Interfacoltà:** No

**Obiettivi formativi:** Il corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina completa la formazione nelle discipline biologiche iniziata con il Corso di laurea della classe L-13 in Scienze Biologiche. Questo corso di laurea magistrale ha l'obiettivo di formare laureati che abbiano una solida preparazione culturale biologica di base ed una formazione specifica sui molteplici aspetti legati alla biologia e all'ecologia degli organismi marini.

Il percorso formativo si articola su aspetti culturali e metodologici per fornire:

- conoscenze approfondite sugli organismi che le varie tipologie di ambiente marino ospitano e sui processi abiotici e biotici che mantengono la struttura e la diversità delle comunità;
- conoscenze approfondite delle metodologie analitiche e strumentali e delle tecniche di acquisizione, di gestione e di analisi dei dati in ambiente marino;
- la padronanza del metodo scientifico di indagine e delle sue applicazioni allo studio dell'ambiente marino al fine di rendere i laureati capaci di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture.

Il percorso didattico proposto è caratterizzato da una solida preparazione nelle discipline biologiche di base sviluppando in particolare vari aspetti della biologia degli organismi marini e dall'approfondimento delle metodologie di trattamento dei dati con metodi statistici.

Per acquisire le competenze descritte il corso di laurea prevede lezioni frontali, esercitazioni e attività di laboratorio e di campo inserite nei corsi da svolgersi presso le strutture dell'Università o in laboratori convenzionati.

Nel secondo anno del corso di laurea è previsto un notevole impegno dello studente nello svolgimento della tesi di laurea. L'obiettivo è quello di fornire allo studente, attraverso una significativa esperienza di lavoro sperimentale, la possibilità di acquisire sia gli strumenti culturali sia la capacità di analisi critica necessari allo svolgimento di attività di ricerca o ad assumersi la responsabilità di progetti e strutture.

La Laurea magistrale in Biologia marina rappresenta una base culturale ideale per il proseguimento della formazione avanzata attraverso il dottorato di ricerca.

**Numero programmato:** Non programmato

**Numero stimato immatricolati:** 50

**Requisiti di ammissione:** Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina devono essere in possesso di un diploma di Laurea nella classe delle Lauree Triennali L-13 "Scienze Biologiche" (ex Classe 12 Scienze Biologiche DM 509/1999) o di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.

Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina dei laureati in altre classi di laurea, si prevede il possesso di requisiti curriculari corrispondenti a 90 CFU nei SSD riconducibili ai settori di base indicati nella tabella della Classe L-13 ministeriale.

Per tutti gli studenti si prevede inoltre una prova individuale (scritta e orale) con una commissione apposita della LM, durante la quale si possa valutare la preparazione propedeutica alle materie oggetto della LM, la motivazione e il potenziale dello studente per affrontare la LM in questione.

In base al risultato della prova lo studente potrà:

- essere ammesso al corso di laurea magistrale,
- essere invitato ad acquisire cfu in alcune discipline (in base ad eventuali debiti formativi individuati) prima di essere ammesso al corso di laurea magistrale
- non essere ammesso al corso di laurea magistrale.

**Specifiche CFU:** Per le attività formative che prevedono lezioni frontali ogni CFU corrisponde a 8 ore di didattica formale e 17 ore di studio individuale. Per le attività che prevedono esercitazioni in aula ogni CFU corrisponde a 12 ore di lezione e 13 ore di studio individuale.

Per le attività che prevedono esperienze condotte in laboratorio ogni CFU corrisponde a 16 ore di laboratorio e 9 ore di studio individuale.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** Il voto finale è determinato dalla commissione davanti alla quale il candidato discute la tesi di laurea magistrale. Il voto finale è una frazione con denominatore 110 (centodieci). Il voto massimo è 110/110 eventualmente qualificato con lode. Il voto finale, salva la lode, risulta dalla somma delle seguenti componenti: A) media dei voti in trentesimi, ponderata coi crediti, sugli esami di profitto superati nell'ambito del Corso di laurea magistrale (75% del peso totale); B) media dei voti attribuiti in trentesimi da ciascuno dei 5-7 membri (2-4 membri fissi, il relatore e i due correlatori) della Commissione di Laurea (25% del peso totale). Il voto finale viene definito in base alla seguente formula  $(A \cdot 3 + B) \cdot 115 / 120$ . L'arrotondamento è per difetto se la votazione ottenuta è inferiore alla metà di un intero, per eccesso se è pari o superiore alla metà di un intero.

E' facoltà del relatore o del presidente proporre, nel caso in cui il candidato raggiunga una valutazione finale di 110/110, l'assegnazione della lode; per proporre il conferimento della lode è necessario che lo studente abbia conseguito la votazione di 110/110 senza arrotondamenti in eccesso, e che abbia conseguito la votazione di 30/30 con lode in 2 esami fondamentali del corso di laurea magistrale o che abbia una media curricolare di almeno 29/30.

**Attività di ricerca rilevante:** La proposta del corso di laurea magistrale in Biologia marina si è sviluppata nell'ambito dell'Unità di Biologia marina ed ecologia del Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa, i cui membri svolgono attività di ricerca su aspetti inerenti le

discipline oggetto del corso di laurea magistrale in questione; la Biologia marina è inoltre un ambito in cui operano docenti appartenenti ad altre unità del Dipartimento di Biologia. I curricula scientifici di tali docenti, compresi nell'elenco dei docenti di riferimento, mettono in evidenza le attività di ricerca che essi svolgono su queste tematiche; tali attività sono comprovate dalle pubblicazioni scientifiche riportate sull'anagrafe della ricerca dell'Università di Pisa.

Di seguito è riportato un elenco di recenti pubblicazioni di tali docenti, riferito agli ultimi 3 anni:

Balestri E., LARDICCI C., *Mar Biol*, 149,pp 393-400, 2006

Balestri E., Vallerini F., LARDICCI C., *EST COAST SHELF SCI* 66,30-34, 2006

BENEDETTI CECCHI L., Bertocci I., Vaselli S., Maggi E., *ECOLOGY*,vol. 87,pp 2489, 2006

BENEDETTI CECCHI L., Bertocci I., Vaselli S., Maggi E., *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*,vol. 315,pp 87, 2006

BENEDETTI CECCHI L., *J EXP MAR BIOL ECOL*,338,193, 2006

Bulleri F., BENEDETTI CECCHI L., *OECOLOGIA*,vol. 149,pp 482, 2006

Carcupino M, Floris A, Addis A, CASTELLI A, Curini Galletti M, *ZOOL J LINN SOC*,148,2,209-220, 2006

Casu D, Ceccherelli G, Curini Galletti M, CASTELLI A, *MAR ENV RES*, 62, 1,15-32, 2006

Casu D., Ceccherelli G., CASTELLI A., *HYDROBIOLOGIA*, 555,271-279, 2006

Coleman A. R., Underwood A. J., BENEDETTI CECCHI L., Aberg P., Arenas F., Arrontes J., Castro J., Hartnoll R.J., Jenkins S. J.,

Paula J., Della Santina P., Hawkins S. J., *OECOLOGIA*,pp 556, 2006

Como S., Rossi F., LARDICCI C., *J EXP MAR BIOL ECOL*, 335, 157-166, 2006

Corti S., Masciandaro MG., Ceccanti B., LARDICCI C., *VIE MILIEU-LIFE AND ENVIRONM* 56,43-47, 2006

Maltagliati F, Lai T, Casu M, Valdesalici S, CASTELLI A, *BIOCH SYST ECOL* 34,8, 626-634, 2006

Maltagliati F, Massaro L, Cossu P, Castelli A, *ITAL J ZOOL*, 73,3,255-262, 2006

Rossi F A CASTELLI C LARDICCI, *MAR ECOL-PSZN I*, 27,66-75, 2006

Balata D Piazzì L BENEDETTI CECCHI L *Ecology*,88,2245,2007

BENEDETTI CECCHI L Osio G, *MAR ECOL PROG SER*,334,21,2007

BENEDETTI CECCHI L. *Trends In Ecol Evol*, 22,231,2007

Bertocci I Vaselli S Maggi E BENEDETTI CECCHI L. *MAR ECOL PROG SER*,338,11,2007

Bramanti L Rossi S Tsounis G Gili J.M SANTANGELO G, *HYDROBIOL*, 580,219-224, 2007

Bulleri F, Underwood A. J., BENEDETTI CECCHI L., *ENV CONSERV: AN INTERN J OF ENV SCI*, 34,187, 2007

Gerino M Frignani M Mugnai C Bellucci L g Prevedelli D Valentini A CASTELLI A Delmotte S Sauvage S, *ACTA OECOL*, 32, 14, 2007

SANTANGELO G et al., *J THEOR BIOL*,244,416-423, 2007

SANTANGELO G et al., *AQ CONSERV-MAR FRESH ECOS*,18,984,2007

Terlizzi A Anderson Mj Frascchetti S BENEDETTI CECCHI L *MAR ECOL PROG SER*,332, 25, 2007

Balestri E., LARDICCI C., *ESTUAR COAST SHELF SCI.*, 76, 634, 2008

Balestri E Luccarini G LARDICCI C, *AQ. BOT*, 89/1,71, 2008

BENEDETTI-CECCHI L et al. *PLoS ONE* 3(7): e2777. doi:10.1371/journal.pone.0002777 2008

Bulleri F BENEDETTI-CECCHI L *Mar Ecol Prog Ser* 364,77-86,2008.

Magni P De Falco G Como S Casu D Floris A Petrov AN CASTELLI A Perilli A. *MAR POLLUT BULL*,56,549, 2008.

SANTANGELO G., Fronzoni L., 115,ed Domus-CISSC, 2008

Vaselli S Bertocci I Maggi E BENEDETTI-CECCHI L *Mar Ecol Prog Ser* 364,57-66,2008.

**Docenti referenti:** Castelli Alberto, PO, BIO/07, 6 CFU

Lardicci Claudio, PA, BIO/07, 6 CFU

Benedetti Cecchi Lisandro, PA, BIO/07, 6 CFU

Santangelo Giovanni, PA, BIO/05, 9 CFU

Carducci Annalaura, PA, MED/42, 6 CFU

Ragghianti Matilde, PA, BIO/06, 6 CFU

Scuri Rossana, RU, BIO/09, 6 CFU

Presciuttini Silvano, RU, BIO/18, 6 CFU

Tozzi Maria Grazia, PA, BIO/10, 6 CFU

Bulleri Fabio, RU, BIO/07, 3 CFU

Ciccarelli Daniela, RU, BIO/03, 6 CFU

**Percorso di eccellenza:** non previsto

**Rapporto con il mondo del lavoro:** Durante la progettazione del percorso formativo in questione come anche degli altri percorsi proposti dal consiglio dei corsi di laurea in Scienze Biologiche della Facoltà di Scienze MFN dell'Università di Pisa, si è tenuto conto di quanto emerso nelle riunioni del Comitato di Indirizzo (la composizione è riportata di seguito) svoltesi più volte su tale tema nel 2007, e cioè dell'opportunità di proporre un percorso triennale generale di tipo metodologico su cui potessero svilupparsi per-corsi formativi specifici ([http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione\\_CdL/verbali\\_commissioni/CI\\_finale2007.pdf](http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione_CdL/verbali_commissioni/CI_finale2007.pdf)), quali, ad esempio, i diversi percorsi magistrali proposti, sovrapponibili culturalmente a quelli attivati negli ordinamenti 509.

Si è tenuto conto inoltre di quanto emerso nelle riunioni del C.B.U.I. (Collegio dei Biologi delle Università Italiane) a cui partecipano i presidenti dei corsi di laurea in Scienze biologiche delle università italiane nonché altre parti interessate fra cui rappresentanti dell'ordine nazionale dei biologi, svolto su questo tema allo scopo di armonizzare l'offerta formativa triennale e magistrale nell'area delle Scienze Biologiche.

Composizione del COMITATO DI INDIRIZZO nel periodo citato: Responsabile: Carducci Annalaura, Membri: Castelli Alberto, Sbrana Isabella, Senesi Sonia, Tozzi Maria Grazia, Verni Franco, Pollonara Enrica, Bernabei Manuela – studente, Muntoni Chiara – studente, Munaò Irene – studente, Pagani Luca – studente, Barsanti Sergio - Sammontana S.p.A., Benedettini Gioia - ARPAT – Pisa, Cenni Mario - ARPAT Lucca, Ceccanti Stefano - Abiogen Pharma, Cercignani Gio-vanni Rappresentante della SSIS, Longo Vincenzo - Presidente

Ass. Scientifica Biologi di Pisa, Marchetti Gloria - Liceo Scientifico Cecioni – Livorno, Olivieri Luigi - ASL Pisa - Analisi cliniche, Pacini Renzo - Azienda ASL6 -Livorno Alimenti Ambiente, Perfetti Antonio - Ente Parco Regionale, Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli, Peruzzi Paolo - Società Acque S.p.A., Razza Domenico - Gruppo Uliveto Rocchetta, Sanna Alessandro - Provincia di Pisa, Serena Fabrizio - ARPAT – Livorno, Sconosciuto Antonio - Società della salute Pisa,

**Informazioni aggiuntive:** le proposte fatte per la scelta guidata sono facoltative; lo studente interessato a diversificare la scelta può presentare le proprie proposte al consiglio di corso di laurea per l'approvazione

I corsi di 6 cfu saranno tenuti su base semestrale o annuale in base alle esigenze didattiche

I corsi di 3 cfu saranno tenuti su base semestrale

Sulla base di quanto approvato dal cbui (collegio dei biologi delle università italiane) il corso di laurea ha messo a punto una scheda tuning contenente una matrice delle competenze versus unità didattiche ([http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione\\_CdL/Ordinamento270.htm](http://www.bionat.unipi.it/sb/organizzazione_CdL/Ordinamento270.htm)).

Le attività formative che prevedono lezioni frontali ed esercitazioni (o lezioni frontali ed esercitazioni di laboratorio), ove non sia specificato diversamente, prevedono 1 solo CFU di esercitazione (o di laboratorio).

## Curriculum: PIANO DI STUDIO 1 Biologia Marina

### Primo anno (51 CFU)

#### Biochimica marina (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biochimica marina	6	BIO/10	Caratterizzanti

#### Biodiversità degli organismi marini (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biodiversità degli animali marini	6	BIO/05	Caratterizzanti
Biodiversità dei vegetali marini	3	BIO/02	Caratterizzanti

#### Biologia marina (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biologia marina	6	BIO/07	Caratterizzanti

#### Ecologia e Biologia marina 1 (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Ecologia e Biologia marina 1	6	BIO/07	Caratterizzanti

#### Ecologia e Biologia marina 2 (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Ecologia e Biologia marina 2	6	BIO/07	Caratterizzanti

#### Genetica delle popolazioni (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Genetica delle popolazioni	6	BIO/18	Caratterizzanti

#### Biostatistica (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Biostatistica	6	SECS-S/02	Affini o integrative

#### Oceanografia (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Oceanografia	6	GEO/12	Affini o integrative

## Curriculum: PIANO DI STUDIO 1 Biologia Marina

### Secondo anno (69 CFU)

#### Fisiologia degli organismi marini (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Fisiologia degli organismi marini	6	BIO/09	Caratterizzanti

#### Igiene applicata (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Igiene applicata	6	MED/42	Caratterizzanti

#### Scelta libera (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
scelta libera	9		Altre attività - scelta libera dello studente

#### Tesi di laurea magistrale (48 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Tesi di Laurea magistrale	47		Prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1		Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro

## Gruppi per attività a scelta nel CDS Biologia Marina

### Gruppo GR1 (9 CFU)

**Descrizione:** corsi proposti allo studente come scelta guidata

#### Attività contenute nel gruppo

##### Bioetica per LM (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioetica per LM	3	M-FIL/03 FILOSOFIA MORALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

##### Bioinformatica (3 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica	3	INF/01 INFORMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

##### Bioinformatica avanzata (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica avanzata	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Biologia della conservazione animale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia della conservazione animale	6		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Biologia Evoluzionistica e Simbiosi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia Evoluzionistica e Simbiosi	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Biologia marina 2 (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia marina 2	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Biologia riproduttiva dei vertebrati (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia riproduttiva dei vertebrati	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Chimica analitica (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Chimica analitica	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Complementi di Etologia (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di Etologia	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Cultura e Metodo Scientifico (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Cultura e Metodo Scientifico	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Didattica della Biologia (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della Biologia mod.I	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni
Didattica della Biologia mod.II	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Ecologia animale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia animale	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Ecologia microbica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia microbica	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Ecologia molecolare e filogeografia marina (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia molecolare e filogeografia marina	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Ecotossicologia (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecotossicologia	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Evoluzione e diversità delle piante (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione e diversità delle piante	6	BIO/02 BOTANICA SISTEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Evoluzione e sviluppo (3 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione e sviluppo	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Flora e vegetazione delle coste (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Flora e vegetazione delle coste	6	BIO/03 BOTANICA AMBIENTALE E APPLICATA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Genetica dell'evoluzione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Genetica dell'evoluzione	6	BIO/18 GENETICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Microbiologia ambientale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Microbiologia ambientale	6	AGR/16 MICROBIOLOGIA AGRARIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Modelli matematici in Biologia (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Modelli matematici in Biologia	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Neurobiologia comparata (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Neurobiologia comparata	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Orientamento e migrazioni degli animali (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Orientamento animale	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Sistematica e filogenesi molecolare (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistematica e filogenesi molecolare	6	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Valorizzazione delle risorse naturali del mare (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Valorizzazione e gestione delle risorse naturali marine	6	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Attività formative definite nel CDS Biologia Marina****Biochimica marina (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Marine Biochemistry

**Obiettivi formativi:** Il corso descrive agli studenti gli aspetti molecolari legati alla interazione tra organismi viventi ed ambiente marino ed i meccanismi biochimici messi in atto per affrontare la grande variabilità di parametri chimico-fisici che caratterizzano tale ambiente.

Durante il corso verranno trattati diversi meccanismi biochimici peculiari degli organismi marini:

Acqua e regolazione osmotica. Adattamenti biochimici alla temperatura, alla salinità e alla pressione. Aspetti metabolici del funzionamento muscolare in funzione della disponibilità di ossigeno in mammiferi acquatici. Le emoglobine degli organismi marini aspetti comparativi. Metodi biochimici per lo studio ed il controllo dell'inquinamento delle acque marine.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course will describe to the students the molecular aspects of the interaction between organisms and marine environment and the mechanisms of biochemical adaptation to the chemical-physical parameters characteristic of this environment.

The course presents several biochemical mechanisms related with the life in marine environment

Such as: osmotic regulation, adaptation to low and high temperatures, salinity and pressure. Metabolic aspects of muscle function in marine mammals. Comparative biochemistry of hemoglobin in marine organisms. Biochemical methods for the study and control of pollution.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biochimica marina	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Biodiversità degli organismi marini (9 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Biodiversity of marine organisms

**Obiettivi formativi:** Il corso permette l'approfondimento delle basi di Biologia, Botanica e Zoologia acquisite dagli studenti nell'ambito del triennio, trattando dei principali gruppi vegetali e animali dell'ambiente marino con particolare riferimento agli habitat più importanti ed alle principali comunità. Il corso tratta dei principali gruppi descritti secondo le principali linee evolutive.

Il corso ha lo scopo di formare la competenza necessaria per il riconoscimento di organismi vegetali e animali marini con particolare riferimento agli organismi del Mediterraneo, a identificarne le esigenze ecologiche e a valutare il ruolo negli ecosistemi marini.

**CFU:** 9

**Propedeuticità:** obbligo di frequenze alle attività di laboratorio

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biodiversità degli animali marini	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni
Biodiversità dei vegetali marini	3	BIO/02 BOTANICA SISTEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Bioetica per LM (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Bioethics (MD)

**Obiettivi formativi:** Offrire strumenti concettuali per orientarsi in modo critico e senza pregiudizi nei dibattiti morali suscitati dalla rivoluzione biomedica in corso.

1. La fecondazione assistita: l'etica e i nuovi modi del nascere. 2. La bioetica in laboratorio: aspetti etici della ricerca sulle cellule staminali (embrionali e adulte). 3. Clonazione terapeutica e clonazione riproduttiva: i dilemmi morali. 4. Donazione e trapianto di organi: i problemi etici. 5. Scelte di fine vita: cure palliative, rifiuto delle cure, eutanasia attiva volontaria. 6. Lo sviluppo delle tecniche di rianimazione e lo stato vegetativo permanente: i dilemmi morali. 7. I neonati a bassissima età gestazionale: tra rianimazione, non inizio e sospensione delle cure. 8. L'ingegneria genetica e le prospettive del biopotenziamento: una deriva eugenetica o una prospettiva moralmente perseguibile? 9. Etica della ricerca scientifica: quale politica della scienza in un mondo moralmente plurale?

Bioetica

M-FIL/03 FILOSOFIA MORALE

lezioni frontali 3 Altre attività - scelta libera dello studente

**Obiettivi formativi in Inglese:** To provide conceptual tools to get one's bearings into the moral debates risen by the current biomedical and biotechnological revolution with a critical eye.

1. Artificial insemination: ethics and the new ways to be born; 2. Bioethics in laboratory: ethical aspects of the stem (embryonic and adult) cells research; 3. Therapeutic cloning and reproductive cloning: moral dilemmas; 4. Organ transplantations and organ donations: ethical problems; 5. End of life choice: palliative cares, health care refusal, active voluntary euthanasia; 6. Intensive care technologies development and the vegetative permanent state: moral problems; 7. Early pre-term infants: between resuscitation, withdrawing or withholding; 8. The new eugenics: perspectives on bio-enhancement; 9. Ethics of scientific research: which science-policy in a morally pluralistic world?

**CFU:** 3

**Modalità di verifica finale:** verifica con prove in itinere - prove orali e/o scritte

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioetica per LM	3	M-FIL/03 FILOSOFIA MORALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali



**Bioinformatica (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Bioinformatics

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di far apprendere l'uso dei principali strumenti bioinformatici di ausilio alla ricerca in biologia molecolare.

Elementi di Teoria dell'informazione e di teoria algoritmica dell'Informazione. Bioinformatica orientata alle sequenze: banche dati di sequenze, ricerche per soggetto, allineamenti e multi-allineamenti, ricerche per omologia. Banche dati di sequenze genomiche. Analisi di sequenze genomiche (predizioni di sequenze coding, di introni, di sequenze regolatrici). Bioinformatica orientata alle strutture: rapporto struttura/funzione nelle proteine, predizione di strutture IIarie, predizione di strutture IIIarie, banche dati strutturali. Bioinformatica orientata alle funzioni: banche dati funzionali (genomica funzionale, proteomica), reti di controllo genico, reti metaboliche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This is a practical course aimed at training the students in the main bioinformatics tools for molecular biology research.

Fundamentals of Information Theory and Algorithmic Information Theory. Sequence-oriented Bioinformatics: sequences databases, keyword searches, alignment and multialignment, homology searches. Genomic databanks. Genomic sequences analysis (coding sequences prediction, introns prediction, regulative seqs prediction). Structure-oriented bioinformatics: structure/function relationship in proteins, prediction of IIary and IIIary structures, structures databanks. Function-oriented bioinformatics: functional databanks (functional genomics, proteomics), gene control networks, metabolic networks.

**CFU:** 3

**Modalità di verifica finale:** Multiple-choice test scritto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica	3	INF/01 INFORMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Bioinformatica avanzata (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Advanced Bioinformatics

**Obiettivi formativi:** Introduzione

Richiamo generale alle nozioni di base della Bioinformatica. Banche dati biologiche e loro uso. Confronti tra sequenze, allineamenti e ricerche per omologia. Problemi generali delle tecnologie high-throughput: dal disegno sperimentale multivariato alla necessità di modelli per l'analisi dei dati. Il concetto di reverse-engineering e le sue molteplici applicazioni biologiche.

Parte I: genomica funzionale

Microarray

Tipologia dei microarray: lab-made (cDNA) e commerciali (Affymetrix). Elaborazione dei dati di microarray. Elementi e problemi di analisi dell'immagine. Tecniche di filtraggio del rumore. Profili di espressione genica. Identificazione di segnali differenzialmente espressi. Elementi di statistica (ANOVA multivariata). Microarray e serie temporali. Tecniche di clustering. Identificazione di geni up-regolati, down-regolati e co-regolati. La suite Bioconductor dello EBI: guida all'uso. Il database ArrayExpress dello EBI. Spottaggio di array e splicing alternativo. Problemi di incompletezza dei dati e di mismatching.

Parte II: proteomica

2D-PAGE gel

Metodi di preparazione dei gel 2D. Analisi di gel 2D: tecniche di analisi di immagine. Distorsioni del gel e problemi di analisi: algoritmi adattativi. Identificazione di spot tramite la coppia (mW, pI). Strumenti di pubblico dominio per l'analisi di gel 2D. Banche dati di mappe 2D: guida all'uso e alla ricerca.

Spettrometria di massa

Principi fondamentali della tecnica applicata alle proteine. Tipologia degli ionizzatori e dei rivelatori disponibili. Il Peptide Mass Fingerprinting: principi generali e ambito di applicabilità. Strumenti di pubblico dominio per l'analisi di spettri di massa di proteine: Mascot. Il De novo sequencing: principi e metodi. Algoritmi per il De novo sequencing: approcci e problemi.

Interazioni proteina-proteina

Problema delle inferenze delle interazioni proteina-proteina. Algoritmi di predizione delle interazioni proteina-proteina. Banche dati relative.

Parte III: metabolomica e systems biology

Cenni sugli approcci sperimentali alla metabolomica: NMR, spettrometria di massa e microscopie avanzate. Mappe metaboliche e relativi database. Modelli di simulazione di sistemi biologici. L'approccio classico e l'approccio a linguaggi formali. Modellizzazione di reti metaboliche: concetti e problemi. Reti metaboliche costitutive, signaling pathways e regolazione dell'espressione genica.

Modellizzazione di organismi completi: approcci, prospettive e problemi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course aims at describing the most important bioinformatics tools and concepts which are at the bases of modern high-throughput molecular biology. The course is divided in three different areas: functional genomics, proteomics and metabolomics. The functional genomics part deals with microarrays: their analysis and relative experimental design problem. This part integrates also one module of image analysis and one module of multivariate statistics. The proteomics part is focused on 2D-page gel analysis and database, and mass spectrometry techniques for protein identification. Last, the metabolomics part, is focused on metabolic network simulation techniques, with particular emphasis on the Gillespie's SSA algorithms and its derivative, and on the Flux Balance Analysis.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** No obbligo di frequenza, Bioinformatica come propedeutico

**Modalità di verifica finale:** Esame

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Bioinformatica avanzata	6	BIO/10 BIOCHIMICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Biologia della conservazione animale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Animal Conservation Biology

**Obiettivi formativi:** Obiettivi formativi

Obiettivo del corso è fornire agli studenti una solida conoscenza dei principi della Biologia della Conservazione e delle moderne tecniche molecolari per la stima della biodiversità a livello genetico con particolare riferimento a taxa a rischio di estinzione e/o di inquinamento genetico.

##### Syllabus

Il corso ha per oggetto lo studio della biodiversità animale secondo le finalità proprie della Biologia della Conservazione. I fondamenti della conservazione in situ ed ex-situ sono trattati con riferimento a casi studio di gestione di popolazioni naturali. Particolare rilievo assume la trattazione delle normative in ambito internazionale e nazionale per la conservazione della biodiversità così come lo studio dei fattori di minaccia. I fondamenti teorico-pratici per la stima della biodiversità a livello genetico sono forniti illustrando l'impiego di marcatori del DNA nucleare e mitocondriale per l'analisi delle piccole popolazioni a rischio di estinzione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide students with the conceptual basis of Conservation Biology as well as with modern molecular techniques for the analysis of the biodiversity at the genetic level, with particular reference to taxa at risk of extinction and/or of genetic pollution.

The course focuses on animal biodiversity according to the principles of Conservation Biology. Conceptual basis of both in situ and ex situ conservation are given through the analysis of case studies referring to management of natural populations. Emphasis is given to description of international and national laws for the protection of natural resources and to the study of factors threatening biodiversity. The appropriate theoretical and practical background to estimate genetic biodiversity is given through the employment of nuclear and mitochondrial DNA markers for the study of small populations at extinction risk.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** La conoscenza dei fondamenti di Genetica, Ecologia e Zoologia è essenziale per una frequentazione efficace del corso.

Frequenza non obbligatoria per le Lezioni

Frequenza obbligatoria per il Laboratorio/Esercitazioni (70% di presenza)

**Modalità di verifica finale:** Prova finale orale (esame formale): comprende gli argomenti trattati nelle Lezioni e nel Laboratorio e nelle Esercitazioni omogenee con il corso teorico.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia della conservazione animale	6		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Biologia Evoluzionistica e Simbiosi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Evolutionary Biology and Symbiosis

**Obiettivi formativi:** Obiettivo formativo del corso in "Biologia Evoluzionistica e Simbiosi" è quello di fornire una adeguata conoscenza sui fenomeni evolutivi e sul ruolo delle associazioni simbiotiche nell'evoluzione. La biologia evoluzionistica è trattata sia illustrando la storia del pensiero evolutivo, sia attraverso l'esposizione e l'analisi critica e comparata delle principali teorie evolutive. Argomento del corso è, inoltre, l'evoluzione degli organismi terrestri, con particolare riguardo all'origine delle prime forme di vita ed alle tappe principali dell'evoluzione della vita sulla terra (l'origine della cellula eucariotica, l'origine della multicellularità, ecc.). Particolare rilievo è dato al ruolo delle associazioni simbiotiche (di tipo mutualistico, commensale o parassitario) nell'evoluzione delle specie e delle comunità. Il corso evidenzia il ruolo centrale della simbiosi in eventi evolutivi chiave, il contributo dei fenomeni simbiotici alla biodiversità, e la loro importanza nel delineare l'identità delle comunità di vari ambienti, tra cui quelli estremi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Aim of the course "Evolutionary Biology and Symbiosis" is to give a good knowledge of evolutionary phenomena and of the role of symbiotic associations in evolution. The course deals both with the history of evolutionary thought and with a critical and comparative analysis of the main evolutionary theories. Evolution of terrestrial organisms is explained with special care for the origin of life and early evolution of life on earth (the origin of eukaryotic cell, the origin of multicellularity, etc.). Moreover, the role of symbiotic associations (mutualistic, commensal or parasitic ones) in the evolution of species and communities is taken into account. The course underlines the central role of symbiosis in key evolutionary events, the contribution of symbiotic phenomena to biodiversity, and their importance in shaping the identity of communities from different environments, including extreme habitats.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Sono considerati requisiti fondamentali conoscenze di ecologia generale, genetica, citologia, biologia molecolare, biodiversità animale e vegetale.

La frequenza del corso è fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia Evoluzionistica e Simbiosi	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biologia marina (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Marine biology

**Obiettivi formativi:** L'obiettivo del corso è di far sviluppare agli studenti che affrontano il corso di laurea la conoscenza degli principi fondamentali della biologia marina.

I principali argomenti affrontati sono: Caratteristiche generali dell'ambiente marino; fattori fisici e chimici che caratterizzano l'ambiente marino. Adattamento degli organismi all'ambiente marino. Riproduzione degli organismi marini; cicli vitali e strategie riproduttive. Associazioni tra organismi marini. Gli organismi bentonici: il fitobenthos, lo zoobenthos; distribuzione del benthos; metodi di studio del benthos. Gli organismi planctonici: il fitoplancton, lo zooplancton; metodi di studio del plancton. Gli organismi nectonici. Gli ambienti salmastri: caratteristiche generali; i popolamenti degli ambienti salmastri; meccanismi di colonizzazione degli ambienti salmastri. Funzionamento e produttività degli ecosistemi marini.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The objective of this course is to give to the students a general knowledge of marine biology by studying its different aspects. This course deals with the main characteristics of the marine environment; physical and chemical factors influencing the marine environment. Reproduction of the marine organisms; life cycles and reproductive strategies. Biotic interactions in the marine environment. Benthos: phytobenthos, zoobenthos; benthic distribution; methods for the study of benthos. Plankton: phytoplankton, zooplankton; methods for the study of plankton. Nekton; methods for the study of nekton. Brackish environments; general characteristics and colonisation strategies. Functioning and productivity of the marine ecosystems.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** frequenza obbligatoria per le attività di laboratorio

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia marina	6	BIO/07 ECOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Biologia marina 2 (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Marine Biology 2

**Obiettivi formativi:** Il corso si prefigge di fornire agli studenti un'ampia visione di alcune delle principali problematiche di biologia marina affrontate nell'ambito del gruppo di ricerca che opera all'interno del Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa allo scopo

di sviluppare le loro conoscenze nel campo, parallelamente o anche in previsione della scelta della tematica da affrontare per la preparazione

della tesi di laurea specialistica.

Il corso prevede un approfondimento delle principali tematiche di ecologia e di biologia marina

affrontate nell'ambito del gruppo di ricerca che opera all'interno del Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa, mediante lezioni monografiche su tali tematiche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The objective of this course is to give to the students a wide knowledge of principal aspects of marine biology studied in the research group of the department of Biology of the University of Pisa, in order to improve their knowledge in this field of study. This course will be arranged with monographic lessons on the principal aspects of marine biology studied in the above cited research group.

**CFU:** 3

**Propedeuticità:** Sono prerequisiti: Biologia marina, Ecologia marina, Zoologia marina, Botanica marina

**Modalità di verifica finale:** Approfondimento e discussione di uno degli argomenti presentati durante il corso

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biologia marina 2	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Biologia riproduttiva dei vertebrati (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Reproductive biology of vertebrates

**Obiettivi formativi:** Il corso prende in esame la Biologia Riproduttiva dei Vertebrati, da un punto di vista anatomico-funzionale. Verranno trattati: lo sviluppo dell'apparato riproduttore, la gametogenesi, la fecondazione e le basi della determinazione del sesso in una prospettiva genetica-molecolare.

Riproduzione asessuata. Riproduzione sessuata: sviluppo delle gonadi. Cellule germinali primordiali (PGC) nelle varie classi dei Vertebrati: preformismo ed epigenesi.

Gonade maschile: spermatogenesi e spermiostogenesi.

Gonade femminile: oogenesi. Accrescimento dell'ovocita: trasformazioni nucleari e citoplasmatiche: vitellogenesi. Follicologenesi.

Vie genitali maschili e femminili.

Fecondazione: Maturazione e capacitazione degli spermatozoi; riconoscimento tra i gameti, reazione acrosomale, interazione spermatozoo-oolemma.

Determinazione genetica del sesso: l'espressione del gene SRY, nell'embrione dei Mammiferi, indirizza la differenziazione delle gonadi in direzione maschile. Determinazione ambientale del sesso nei Rettili. Evoluzione dell'ermafroditismo. Modalità riproduttive presenti nei Vertebrati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course of studies examines the biology reproduction from a anatomic-functional point of view. To deal with: development of reproductive organs, spermatogenesis, oogenesis, fertilization, sex differentiation in a genetic- molecular view.

Asexual reproduction. Sexual reproduction. Development of reproductive organs. Germinal and somatic cell lineages in the developing gonad: primordial germ cells (PGG) can form in either epigenetically or a preformistic fashion.

The male gonad. Spermatogonial stem cell, spermatogenesis; spermatids trasform into spermatozoa.

The female gonad. Oogenesis: oocyte development, nuclear and cytoplasm modifications, vitellogenesis. Maturation of follicles.

Development of genital ducts.

Fertilization. Sperm head membrane reorganisation during capacitation. Sperm penetration of the cumulus, acrosome reaction, sperm-egg plasma membrane binding and fusion.

Sex determination: sex is determined, in placental mammals, by a gene on the Y chromosome (SRY) that initiates testis formation;

Reptiles exhibit temperature dependent sex determination (TSD). Reproductive patterns in Vertebrates.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** per poter frequentare efficacemente il corso è opportuno conoscere l'Anatomia comparata.

la frequenza è consigliata

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
---------------	-----	-----	-----------	----------------

Biologia riproduttiva dei vertebrati	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali
--------------------------------------	---	---------------------------------------	---	------------------

### Biostatistica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Biostatistics

**Obiettivi formativi:** Fornire gli strumenti per impostare un appropriato disegno dell'esperimento, per gestire in modo adeguato i risultati ottenuti, per verificare le ipotesi di partenza

Introduzione alla statistica descrittiva; cenni sulla teoria delle probabilità; statistica inferenziale: le principali distribuzioni di probabilità e stima dei parametri; distribuzioni campionarie; test di ipotesi, errori di I e II specie; inferenza sulle medie, sulle proporzioni; analisi della varianza ad uno e due criteri, e concetto di interazione, regressione e correlazione lineare semplice; cenni di statistica non parametrica. Cenni sui principale studi e misure epidemiologiche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Fornire gli strumenti per impostare un appropriato disegno dell'esperimento, per gestire in modo adeguato i risultati ottenuti, per verificare le ipotesi di partenza

Introduction to descriptive statistics; summary description of probability theory; main probability distributions and estimates of distribution parameters; sampling distributions; testing a statistical hypothesis, errors of type I and II; inference on means; inference on proportions; one and two way ANOVA, interaction; linear regression and correlation; introduction to non parametric statistics. Introduction to epidemiological measures, studies and methods.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Biostatistica	6	SECS-S/02 STATISTICA PER LA RICERCA SPERIMENTALE E TECNOLOGICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

### Botanica marina (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Marine Botany

**Obiettivi formativi:** Biodiversità, sistematica e filogenesi dei vegetali marini; metodi di indagine filogenetica; classificazioni. Struttura cellulare e del tallo, pigmenti, cicli vitali, simbiosi, distribuzione, ecologia e classificazione di organismi marini dei gruppi Euglenozoa, Myzozoa, Cryptophyta, Heterokontophyta, Rhodophyta, Chlorophyta e Tracheophyta.

Le fanerogame marine endemiche del Mediterraneo; Posidonia oceanica. Riproduzione sessuata e propagazione agamica di Posidonia. La fotosintesi nelle piante acquatiche. La Posidonia oceanica come bioindicatore di eventi di accumulo di metalli pesanti, passati ed in corso. Fitochelatine e metallotioneine: ruoli nella detossificazione dei metalli pesanti. Le specie reattive dell'ossigeno ed i loro meccanismi di danneggiamento delle molecole biologiche.

Il corso ha lo scopo di formare la competenza necessaria per il riconoscimento di organismi vegetali marini, specialmente macroalghe e fanerogame del Mediterraneo, a identificarne le esigenze autoecologiche e a valutare il ruolo negli ecosistemi marini.

Lo scopo del corso è anche quello di fornire le nozioni indispensabili per la conoscenza della fisiologia delle fanerogame marine, con particolare attenzione alle risposte agli stress e alle interazioni con l'ambiente, per l'importanza che hanno nei confronti della diffusione di queste specie vegetali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Biodiversity, systematics and phylogenesis of marine plant organisms; methods of phylogenetic investigation. Cell and thallus structure, pigments, life cycle, symbiosis, range, ecology and classification of marine organisms of the groups Euglenozoa, Myzozoa, Cryptophyta, Heterokontophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, and Tracheophyta.

Seagrasses endemic to the Mediterranean sea. Posidonia oceanica. Vegetative and sexual reproduction of Posidonia. Photosynthesis in aquatic plants. P. oceanica as a biological indicator of past and present heavy metal accumulation. Phytochelatins and metallotioneins: roles in heavy metal detoxification. Reactive oxygen species and their damaging mechanisms of the biological molecules.

The purpose of the course is to build the capacity to identify marine plant organisms, especially macroalgae and phanerogams of the Mediterranean, to assess their autoecologic requirements and to define their role in marine ecosystems.

The course is also aimed at providing the student with the basic principles of the physiology of seagrasses, with particular emphasis to the stress responses and the interactions with the environment, given their remarkable influence on the spread of these species.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** la frequenza al laboratorio è obbligatoria  
la frequenza alle lezioni è consigliata

**Modalità di verifica finale:** Verifica mediante presentazione orale su un argomento del programma del modulo di Biodiversità degli organismi vegetali marini ed esame orale finale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Boiodiversità degli organismi vegetali marina	3	BIO/02 BOTANICA SISTEMATICA	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni
Fisiologia degli organismi vegetali marini	3	BIO/04 FISILOGIA VEGETALE	Caratterizzanti	laboratorio e/o esercitazioni

#### Chimica analitica (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analytical Chemistry

**Obiettivi formativi:** Lo scopo del corso è di far acquisire allo studente la conoscenza pratica e teorica di alcune tecniche e metodi strumentali che si utilizzano in un laboratorio chimico con finalità analitiche. Verranno presi in considerazione aspetti qualitativi e quantitativi dell'analisi chimica ed i criteri di scelta del metodo analitico. Gli argomenti trattati includeranno: campionamento, pretrattamento del campione, calibrazione e utilizzo di standard, valutazione dell'errore e metodi statistici per l'interpretazione dei dati. Le tecniche analitiche oggetto del corso saranno: metodi volumetrici (titolazioni); metodi potenziometrici; tecniche spettroscopiche con particolare attenzione alla spettroscopia di assorbimento UV-visibile e alla spettroscopia di fluorescenza; tecniche cromatografiche e di spettrometria di massa.

Sono previste 16 ore circa di lezione e quattro esercitazioni (4 ore circa ciascuna) durante il secondo semestre

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will provide theoretical and practical knowledge of methods and instrumental techniques used in the analytical chemistry lab. Qualitative and quantitative aspect of chemical analysis will be introduced, together with the criteria used for the selection of the analytical methods. The topics will include: sampling, sample pre-treatment, calibration and use of standards, error evaluation and statistical interpretation of analytical data. The main part of the course will be represented by the description of principles, instrumentation and applications of the following analytical techniques: potenziometric methods; spectroscopic methods focusing on UV-visible absorption spectroscopy and fluorescence spectroscopy; chromatographic methods; mass spectrometry.

**CFU:** 3

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Chimica analitica	3	CHIM/01 CHIMICA ANALITICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Complementi di Etologia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Complements of Etology

**Obiettivi formativi:** Comportamento sociale ed evoluzione della socialità e dell'altruismo nei diversi gruppi animali con particolare attenzione al caso degli insetti eusociali. Analisi delle spinte evolutive all'origine della coesione sociale. Funzione della comunicazione nel mantenimento delle relazioni sociali e rassegna dei tipi di segnali usati. Sfruttamento delle risorse da parte dell'individuo e del gruppo sociale. Pressioni selettive esercitate dalle diverse componenti ambientali sulle risposte comportamentali del singolo individuo e del gruppo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Social behaviour and evolution of sociality and altruism in animals, particularly in social insects. Analysis of the evolutionary pressures, which have favoured the evolution of social behaviours. Role of communication in maintaining social relationships and kinds of signals used. Exploitation of environmental by the individual and the group. Selective pressures exerted by the different environmental components on the behavioural responses of the individual and the group

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** No propedeuticità ed obblighi di frequenza

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di Etologia	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Cultura e Metodo Scientifico (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Knowledge and Scientific Method

**Obiettivi formativi:** Il corso si pone l'obiettivo di far comprendere le analogie di metodo che esistono all'interno delle varie discipline scientifiche. Utilizzando costanti riferimenti alla storia della Scienza, presenta alcuni importanti risultati ottenuti in: Matematica, Fisica, Astronomia, Biologia, Informatica...

Il Corso è strutturato in seminari e in cicli di lezioni. Informatica: Algoritmi, programmi e teoremi, Mente e macchine, La ribellione del numero, Il caso e la necessità. Fisica: Atomo, Quanti, Relatività, Fisica non lineare e sistemi complessi. Astronomia: l'Astronomia di Galileo, il passato dell'A, lo sviluppo dell'A. Biologia: Biochimica, Presunte basi biologiche e genetiche del razzismo. Matematica: Teoria dei numeri, Scienza del Calcolo. Epistemologia: Domande sulla Scienza, Metodo scientifico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to hint students that Science is based upon a common method. This method allows scientists to dialog with a shared language between themselves. Examples of such a language, also from a historical point of view, are proposed to students in the following fields: Mathematics, Physics, Astronomy, Biology, Computing...

The Course is organized by seminars and lessons cycles. Computing: Algorithms, programs and Theorems, The rebellion of numbers. Physics: Atoms, Quanta, Relativity, Complex System and Non-linear Physics. Astronomy: Astronomy at Galilei's time, the past of A., The development of A. Biology: The pretended biological and genetic bases of racism, Biochemistry. Mathematics: Theory of numbers, The basis of Calculus. Epistemology: Questions around Science, Scientific Method.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Nessuna propedeuticità. Frequenza non obbligatoria, ma fortemente consigliata.

**Modalità di verifica finale:** discussione di una tesina concordata con i Docenti, su di un tema diverso da quelli curriculari.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Cultura e Metodo Scientifico	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Didattica della Biologia (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Teaching Biology

**Obiettivi formativi:** Il corso, articolato in due moduli, tratta in modo specifico le metodologie didattiche da impiegare nei diversi livelli di istruzione secondaria nell'insegnamento della biologia, attraverso l'adozione di esempi scelti dai programmi disciplinari. (I modulo = didattica in scuole secondarie di I grado; II modulo = didattica in scuole secondarie di II grado).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course, divided in two modules, specifically covers the teaching methodologies to adopt at different education levels in biological science classes, by introducing selected examples from teaching programmes in this field. (I module = teaching at 5-8 levels; II module = teaching at 9-12 levels).

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della Biologia mod.I	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni
Didattica della Biologia mod.II	3		Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Ecologia animale (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Animal ecology**Obiettivi formativi:** Il corso, a scelta per gli studenti di lauree magistrali in Biologia ed in Scienze Ambientali e Scienze Naturali, tratta dei diversi aspetti dello studio delle popolazioni di specie animali con particolare riferimento alla loro struttura, alle loro dinamiche (spaziali e temporali), ad invasioni, estinzioni e conservazione. Nell'ambito del corso verranno esaminati alcuni esempi di modelli e metodi applicati nello studio demografico delle popolazioni di specie marine e terrestri.**Obiettivi formativi in Inglese:** This course deals with population biology, population structure and population dynamics (both spatial and temporal). Invasion, extinction and conservation clues will be explained. Examples of demographic approach to the study of animal populations, living in marine and terrestrial habitats, will be presented and analysed.**CFU:** 6**Modalità di verifica finale:** La verifica finale consisterà in un esame orale**Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia animale	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

**Ecologia e Biologia marina 1 (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Marine Ecology and Biology 1**Obiettivi formativi:** Il corso ha lo scopo di fornire allo studente le basi logiche e metodologiche per comprendere i processi che influenzano le modalità di distribuzione, di abbondanza e di diversità dei popolamenti ad alghe ed invertebrati di costa rocciosa. Sarà enfatizzata la natura sperimentale e quantitativa dell'ecologia marina, con particolare attenzione al disegno di campionamento, alla progettazione di esperimenti, all'impiego di tecniche numeriche intensive e all'analisi ed interpretazione di dati ecologici complessi.

Al termine del corso lo studente sarà in grado di: spiegare l'influenza dei principali processi biotici ed abiotici e delle loro interazioni sui popolamenti ad alghe ed invertebrati di costa rocciosa; leggere un articolo scientifico relativo alla ecologia di coste rocciose, comprendendone la problematica, i metodi sperimentali ed analitici ed interpretandone i risultati in modo critico; progettare, realizzare, analizzare ed interpretare un esperimento di campo sulla ecologia dei popolamenti di costa rocciosa; utilizzare le conoscenze acquisite nella progettazione di disegni di campionamento ed esperimenti per lo studio di effetti antropici quali impatti ed influenza di Aree Marine Protette.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The purpose of the course is to introduce the student to the logical and methodological principles that underpin the understanding of the processes that affect patterns of distribution, abundance and diversity of assemblages of algae and invertebrates of rocky shores. The focus will be on the experimental and quantitative aspects of marine ecology, with emphasis on issues of sampling and experimental design and the application of intensive numerical procedures for the analysis of complex ecological data.

At the end of the course the student will be able to: explain the influence of abiotic and biotic processes and their interactions on assemblages of algae and invertebrates of rocky shores; read a scientific article on the ecology of rocky shores, developing skills to understand the logic and the experimental methods of the study and the ability to interpret the main outcomes critically; design, conduct, analyze and interpret a field experiment on the ecology of assemblages of rocky shores; make use of the principles of sampling and experimental design to investigate anthropogenic effects such as ecological impacts and the effects of Marine Protected Areas.

**CFU:** 6**Propedeuticità:** è obbligatoria la frequenza ai laboratori**Modalità di verifica finale:** E' prevista una prova di valutazione scritta in itinere a cui possono partecipare solo gli iscritti al corso. Gli studenti che ricevono una valutazione sufficiente possono convalidare l'esame. In alternativa gli studenti possono sostenere l'esame in forma orale presentandosi agli appelli regolari.**Lingua ufficiale:** Italiano**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia e Biologia marina 1	6	BIO/07 ECOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Ecologia e Biologia marina 2 (6 CFU)****Denominazione in Inglese:** Marine Ecology and Biology 2



**Obiettivi formativi:** L'obiettivo è una approfondita conoscenza della struttura e dei processi che caratterizzano le comunità di fondo molle dagli habitat intertidali a quelli profondi, base indispensabile per la conservazione, la gestione ed il monitoraggio di tali ambienti.

Gli ambienti di fondo molle: caratteristiche dei parametri chimico-fisici e degli organismi. La dinamica delle comunità di fondo molle: fattori di controllo. L'importanza delle comunità di fondo molle nel monitoraggio ambientale: metodologie di prelievo, disegni di campionamento e analisi dei dati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The goal of this course is an advanced knowledge of the structure and processes characterising soft bottom communities occurring from intertidal to deep habitats, an essential basis for conservation, management and monitoring of marine environment.

Soft bottom environments: physical and chemical factors and their influence on the organisms. Dynamics of soft bottom communities: control factors. The importance of soft bottom communities in the environmental monitoring: sampling methodologies, sampling design and data analysis.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** la frequenza è fortemente consigliata in quanto gli argomenti del corso riguardano tematiche (sottoposte a continue verifiche e aggiornamenti) oggetto di studio da parte del gruppo di ricerca del titolare del corso difficilmente reperibili in libri di testo.

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia e Biologia marina 2	6	BIO/07 ECOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Ecologia microbica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Microbial Ecology

**Obiettivi formativi:** La prima parte del corso tratta la distribuzione dei microrganismi nei vari ambienti, il loro ruolo nei cicli degli elementi e le relazioni con altri organismi trattando aspetti fisiologici che molecolari che stanno alla base delle diverse funzioni. Nella seconda parte verranno trattate problematiche prettamente ambientali mettendo in evidenza il ruolo fondamentale che i microrganismi hanno assunto nello sviluppo di tecnologie per la soluzione di problematiche ambientali

Obiettivo formativo del corso di "Ecologia microbica" è quello di fornire una solida conoscenza della diversità biologica dei microrganismi, nozioni fondamentali sui principali gruppi tassonomici e sul loro ruolo in ambienti naturali ed antropici. Scopo del corso è anche quello di fornire i principali strumenti conoscitivi indispensabili il loro utilizzo come bioindicatori.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course deals with the distribution of microorganisms in different environments, their role in the cycles of elements and the relations with other organisms both physiological and molecular aspects. In the second part will be treated strictly environmental problems, highlighting the crucial role that microorganisms have taken in the development of technologies for the solution of environmental problems

Aim of the course in "Microbial ecology" is to give a good knowledge of biological diversity of microorganisms, fundamental notions on the main taxonomic groups and their role in natural and anthropogenic environments. Aim of the course is also to give key cognitive tools for their characterization and for use as bioindicators.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia microbica	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Ecologia molecolare e filogeografia marina (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Marine molecular ecology and phylogeography

**Obiettivi formativi:** Questo corso si propone di fornire un approccio introduttivo alle discipline dell'ecologia molecolare e della filogeografia marina. Obiettivo dell'ecologia molecolare è quello di risolvere problematiche ecologiche utilizzando tecniche di biologia molecolare. Questa disciplina è finalizzata allo studio dei pattern di diversità genetica naturale ed all'analisi degli effetti dell'impatto antropico (frammentazione/riconnessione dell'habitat, inquinamento, sfruttamento delle specie, ecc.) sull'architettura genetica delle

popolazioni naturali. Obiettivo della filogeografia è l'analisi dei principi e dei processi che regolano la distribuzione geografica delle linee genealogiche, mediante la trattazione delle loro componenti storiche e filogenetiche.

La prima parte del corso fornisce una panoramica sulle tecniche di biologia molecolare impiegate nel campo dell'ecologia marina. Vengono poi trattate problematiche dell'ecologia molecolare legate alle caratteristiche intrinseche delle specie e delle popolazioni naturali, quali dispersione e adattamento, e alle caratteristiche estrinseche, quali gli effetti degli impatti antropici sulla struttura genetica delle specie. Vengono inoltre considerati problemi filogeografici, cioè legati alle componenti storiche e filogenetiche che hanno determinato la distribuzione geografica e la struttura genetica di specie marine.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To provide an introductory approach to the disciplines of marine molecular ecology and phylogeography.

The aim of molecular ecology is to solve ecological problems by employing molecular techniques; this discipline investigates patterns of natural genetic diversity and the effects of human impacts (habitat fragmentation/reconnection, pollution, species exploitation, etc.) on the genetic architecture of natural populations.

The aim of phylogeography is to analyze the principles and processes that regulate the geographical distribution of the genealogical lines, through the investigation of their historic and phylogenetic components.

The initial part of the course provides an overview on molecular techniques employed in the field of marine ecology. To follow we will deal with molecular ecology issues related to characteristics intrinsic to the species, e.g. dispersion and adaptation, and to characteristics that are extrinsic, such as the effects of human impact on species' genetic structure. In addition, we consider phylogeographical topics related to the historical and phylogenetical components that shaped the geographical distribution and the genetic structure of marine species.

**CFU:** 3

**Propedeuticità:** frequenza consigliata

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecologia molecolare e filogeografia marina	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Ecotossicologia (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Ecotoxicology

**Obiettivi formativi:** Il Corso di Ecotossicologia ha lo scopo di formare gli studenti per lo studio della contaminazione ambientale, con particolare riguardo alle implicazioni tossicologiche che le sostanze chimiche possono avere sulle varie componenti del biota, con particolare attenzione al comparto acquatico. Il Corso aggiornerà gli studenti sulle problematiche inerenti i criteri di biomonitoraggio, la valutazione del rischio biologico e di biomagnificazione dei contaminanti e le principali tematiche di interesse nel campo della tossicologia ambientale. Il Corso permetterà agli studenti di approfondire anche alcuni aspetti tecnici relativi all'analisi delle risposte tossicologiche con particolare riguardo allo sviluppo e alla applicazione di nuove metodologie cellulari e molecolari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course of Ecotoxicology aims to train students for the study of environmental contamination, with regard to toxicological implications that chemicals may have on various components of the biota, particularly to the aquatic environment. The course will update students on the problems inherent in the criteria for biomonitoring, risk assessment and biomagnification of biological contaminants and the main topics of interest in the field of environmental toxicology. The course will enable students to learn some technical aspects related to the analysis of toxicological responses with particular regard to the development and application of new cellular and molecular methodologies.

**CFU:** 3

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ecotossicologia	3	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

#### Evoluzione e diversità delle piante (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Plant diversity and evolution

**Obiettivi formativi:** Il corso ha lo scopo di fornire le basi teoriche e pratiche per lo studio della diversità e dell'evoluzione nelle piante, con particolare riferimento alla flora del Mediterraneo e d'Italia. Verranno valutati approcci cladistici e fenetici allo studio di caratteri

morfologici, cariologici e molecolari. Inoltre gli studenti apprenderanno le tecniche di identificazione di piante della flora italiana e dovranno realizzare un piccolo erbario tematico. Nell'attività di laboratorio gli studenti apprenderanno le tecniche di base per lo studio dei cromosomi nelle piante e l'utilizzo di software per l'analisi filogenetica e biometrica.

#### Syllabus

Caratteristiche dei principali gruppi di piante terrestri afferenti alle Divisioni Marcantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta e Tracheophyta in ottica evuzionistica/filogenetica. Sottodivisioni, Classi, Ordini e Famiglie all'interno delle Tracheophyta. L'organizzazione dei dati biosistematici: principi di tassonomia. L'importanza dello studio della biologia della riproduzione nelle piante: implicazioni evolutive, ecologiche e conservazionistiche con particolare riferimento alle angiosperme. Il ruolo dei cambiamenti cromosomici nell'evoluzione delle piante. Introduzione all'analisi filogenetica e biometrica. Valutazione della diversità genetica e della diversità tassonomica (floristica) nelle piante.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to give the theoretical and practical bases for the study of plant diversity and evolution, with particular reference to the flora of the Mediterranean and of Italy. Cladistic and phenetic approaches to the study of morphological, karyological and molecular data will be evaluated. Moreover, the students will learn the identification techniques of Italian plants and will realize a small thematic herbarium. In the laboratory activity the students will learn the basic techniques for the study of chromosomes in plants and the use of software for phylogenetic and biometric analysis

Key features of the main land plant groups, with an evolutionary/phylogenetic approach: Phyla Marcantiophyta, Anthocerotophyta, Bryophyta and Tracheophyta. Subphyla, Classes, Orders and Families within Tracheophyta. The organization of biosystematic data: principles of taxonomy. The importance to study the reproduction biology of plants: evolutionary, ecological and conservation implications, with particular reference to angiosperms. The role of chromosomal change in plant evolution. Introduction to phylogenetic and biometric analysis. Evaluation of the genetic and taxonomic (floristic) plant diversity.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** prova orale con discussione di un erbario tematico preparato dallo studente

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione e diversità delle piante	6	BIO/02 BOTANICA SISTEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Evoluzione e sviluppo (3 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Evolution and Development

**Obiettivi formativi:** Il corso analizza i rapporti e le connessioni tra sviluppo ed evoluzione. In particolare vengono analizzate le modificazioni dello sviluppo che sono importanti per determinare la variazione e l'evoluzione morfologica

Evo-devo, una nuova disciplina tra evoluzione e sviluppo. Conservazione ed evoluzione dei meccanismi di sviluppo: evoluzione dei piani corporei; evoluzione delle appendici negli artropodi; regolazione della formazione delle zampe e false zampe negli insetti; evoluzione della colonna vertebrale nei vertebrati. Dalle pinne agli arti dei tetrapodi. Evoluzione adattiva e sviluppo: il caso dei fringuelli di Darwin.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course illustrates the relationships and connections between development and evolution. In particular it will analyze the changes of the developmental programs that are relevant to create the variations and the morphological evolution of the animal body plan.

Evo-devo, a new discipline between evolution and development. Conservation and evolution of developmental mechanisms: evolution of body plans; evolution of arthropod appendages; regulation of legs and false leg formation in insects; vertebrate column evolution. From fish fin to tetrapod legs. Adaptive evolution and development: the case of Darwin's finches

**CFU:** 3

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Evoluzione e sviluppo	3	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

#### Fisiologia degli organismi marini (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physiology of the sea animals

**Obiettivi formativi:** Fornire la conoscenza dei principali meccanismi di regolazione ed adattamento alle condizioni marine con aspetti comparativi.

Equilibrio ionico e osmotico e problemi di osmoregolazione. Fisiologia della respirazione in ambiente acquatico e risposte adattative alle condizioni estreme. Il galleggiamento. La circolazione sanguigna. La temperatura e i suoi effetti in ambiente marino. I sistemi sensoriali e la comunicazione in ambiente marino.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To provide knowledge about the regulatory mechanisms for the adaptation to the sea environment with comparative aspects.

Ionic and osmotic balance: strategies of regulation. Breathing physiology in the marine environment and adaptive strategies to extreme conditions. Strategies of flotation for the marine animals. The diving behavior of marine mammals. Blood circulation. The temperature and its effects in the marine environment. The sensory systems and the communication in the marine environment.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Per poter frequentare efficacemente il corso è necessario avere conoscenze di Zoologia marina.

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisiologia degli organismi marini	6	BIO/09 FISILOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Flora e vegetazione delle coste (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Coastal flora and vegetation

**Obiettivi formativi:** Il corso affronta i temi della biodiversità delle piante terrestri tipiche degli ambienti costieri sabbiosi e rocciosi.

Vengono descritte le caratteristiche dei principali gruppi afferenti alle Spermatophyta sotto il profilo sistematico e sulla base dei loro adattamenti morfo-funzionali ai fattori ecologici caratteristici di tali ecosistemi. Approfondisce le tematiche riguardanti la flora, la vegetazione e la conservazione della natura con un approccio applicativo finalizzato alla valutazione degli habitat costieri.

Il corso ha lo scopo di fornire le basi teoriche e pratiche per lo studio sia delle singole specie vegetali che delle comunità vegetali sia dal punto di vista tassonomico che morfo-funzionale. Nelle lezioni pratiche gli studenti apprenderanno le tecniche di base per l'identificazione di piante della flora italiana, per il rilevamento dei caratteri funzionali delle piante, il monitoraggio e censimento delle comunità vegetali e l'impiego di software di analisi statistica per il trattamento dei dati.

Metodo didattico

L'attività didattica frontale si avvale di lezioni con presentazioni multimediali, integrate da esercitazioni di laboratorio e di campo che hanno come obiettivo principale la preparazione degli studenti nel riconoscimento sia delle specie, attraverso l'uso di chiavi dicotomiche, sia delle formazioni vegetazionali. Fanno parte integrante del corso anche visite didattiche ad ambienti naturali ed antropizzati al fine di rilevare e censire le fitocenosi e verificare l'impatto su tali ecosistemi di fattori di stress e/o di disturbo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course addresses the issues of biodiversity of land plants living on coastal sand dunes and rocky cliffs. Key features of main groups belonging to Spermatophyta are described in terms of systematic and based on their morpho-functional adaptations to the ecological conditions of these ecosystems. It deepens specific issues concerning flora, vegetation and nature conservation with an applicative approach in order to evaluate coastal habitats.

The aim of the course is to give the theoretical and practical bases for the study of both plant species and plant communities from a taxonomical and morpho-functional point of view. In the practical activities the students will learn the basic techniques to learn the identification of Italian plants, to collect functional traits of plants, monitor plant communities and the use of software for statistical analysis of biological data.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Risultano basi culturali indispensabili per questo corso le conoscenze di base di Botanica generale e sistematica.

**Modalità di verifica finale:** prova orale + discussione di una tesina svolta dallo studente su un argomento scelto in accordo con il docente e inerente le problematiche affrontate durante il corso

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Flora e vegetazione delle coste	6	BIO/03 BOTANICA AMBIENTALE E APPLICATA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Genetica delle popolazioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Population Genetics

**Obiettivi formativi:** Gli studenti dovranno acquisire gli strumenti più elementari per descrivere e analizzare la composizione genetica delle popolazioni naturali e dovranno saper discutere il significato dei fattori che aumentano e diminuiscono la variabilità genetica e che modificano la struttura genetica delle popolazioni nello spazio e nel tempo.

La prima parte del corso prevede lezioni cattedratiche, la seconda parte prevede la discussione in aula da parte degli studenti di articoli scientifici preselezionati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Students shall acquire the basic methodologies for describing and analyzing the genetic composition of natural populations, and shall be able to discuss the meaning of the evolutionary factors that increase and decrease the genetic variation and that modify the population structure in time and space.

The first part of the course has the form of formal lectures; the second part has the form of seminars based on selected scientific articles.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Prerequisiti: Genetica generale; elementi di statistica

**Modalità di verifica finale:** Relazione scritta (tesina di esame) su un argomento concertato, e sua discussione orale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Genetica delle popolazioni	6	BIO/18 GENETICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Genetica dell'evoluzione (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Genetic of evolution

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali sull'origine della variazione genetica e fenotipica, sulla teoria genetica della selezione naturale e sulla teoria neutrale dell'evoluzione molecolare e di mostrare la convergenza delle ricerche avanzate di genetica molecolare e dello sviluppo con i principi generali dell'evoluzionismo neodarwiniano.

Syllabus. Variazione genetica all'interno di e tra popolazioni. Deriva genetica. Selezione naturale. Variazione fenotipica ed evoluzione. Cambiamenti genetici e speciazione. Evoluzione dei geni e dei genomi. Evoluzione e sviluppo. Uso di database genomici per l'analisi filogenetica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide the student with knowledge related to the origin of genetic and phenotypic variability, the genetical theory of natural selection and the neutral theory of molecular evolution and to show the convergence of advanced studies of molecular and developmental genetics with the general principles of neo-darwinian evolution.

Main topics. Genetic variation in natural populations. Genetic drift. Natural selection. Evolution of phenotypic traits. Genetic changes and speciation. Evolution of genes and genomes. Evolution and development. Genomic databases and phylogenetic analysis

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** la frequenza dei laboratori è obbligatoria

**Modalità di verifica finale:** esame scritto ed orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Genetica dell'evoluzione	6	BIO/18 GENETICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

**Igiene applicata (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Applied Hygiene

**Obiettivi formativi:** Il corso intende focalizzare l'attenzione sui principali aspetti applicativi dell'igiene: analisi del rischio e qualità, alimenti, ambiente e lavoro. La prima parte affronta in dettaglio la metodologia di analisi del rischio nelle sue componenti fondamentali della valutazione, del controllo e della comunicazione, applicandola ai sistemi di qualità, con riferimenti alle norme di standardizzazione e certificazione. La parte riguardante l'Igiene degli Alimenti oltre a considerare gli aspetti epidemiologici ed analitici legati al controllo degli alimenti, illustra la metodologia HACCP e la normativa nazionale ed internazionale sulla sicurezza alimentare. La parte sull'igiene ambientale e del lavoro si propone di approfondire le problematiche sanitarie relative alle interazioni uomo-ambiente e le metodologie di analisi del rischio applicate a contesti di vita e di lavoro: acque, aria, suolo, ambienti confinati, attività

produttive. Particolare attenzione viene rivolta alla normativa igienico-sanitaria di pertinenza del biologo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to focus on the main aspects of hygiene applications: risk analysis and quality, foods, environmental and working settings. The first part face in detail the methodology of risk analysis with its fundamental components of the assessment, control and communication, and apply quality systems, with references to the rules of standardization and certification. The part concerning food hygiene consider the epidemiological and analytical aspects related to food control, HACCP methodology and the national and international regulation on food safety. The part on environmental and working settings hygiene aims to study health problem related to human-environment interactions, and methodologies of risk analysis applied to contexts of life and work: water, air, soil, confined environments, working activities. Particular attention is paid to safety regulations related to the biologist profession.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** conoscenza delle principali problematiche trattate nel corso di igiene

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Igiene applicata	6	MED/42 IGIENE GENERALE E APPLICATA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Microbiologia ambientale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Environmental Microbiology

**Obiettivi formativi:** Fornire conoscenze sulla struttura e funzione dei microrganismi, sulla loro ecologia, con particolare riguardo al ruolo dei microrganismi nei cicli della materia e al loro impiego per la tutela della qualità dell'ambiente

Nozioni di base sulla struttura e funzione delle cellule microbiche, procariotiche ed eucariotiche. Principi di ecologia microbica. Simbiosi mutualistiche. Microrganismi biofertilizzanti e loro importanza negli ecosistemi. Ruolo dei microrganismi nei cicli biogeochimici. Influenza delle attività antropiche sulle popolazioni microbiche del suolo. Uso dei microrganismi nella agricoltura sostenibile. Uso dei microrganismi nella bonifica ambientale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The student acquires knowledge of the structure and functioning of microorganisms, of their ecology with particular emphasis on the microbial role in cycling elements and on their management for protection of the environment.

Basic knowledge of structure and functioning of microbial cells. Principles of microbial ecology. Mutualistic symbiosis. Biofertilizers and their role in the ecosystems. Roles of microorganisms in the biogeochemical cycles. Effects of anthropic activities on soil microbial populations. Microbial applications in sustainable agriculture. Microbial applications in environmental remediation.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Microbiologia ambientale	6	AGR/16 MICROBIOLOGIA AGRARIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Modelli matematici in Biologia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Models in Biology

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire le basi dello studio dei sistemi differenziali e degli strumenti matematici ad essi collegati ai fini di comprenderne le potenzialità di utilizzo per la modellistica matematica in campo bio-medico.

Lo studente che avrà frequentato il corso dovrà essere in grado di leggere e comprendere un articolo scientifico in cui sia descritto un modello matematico. Lo studente dovrà essere in grado di costruire o modificare semplici modelli matematici che rispondano a dati requisiti atti a descrivere un determinato fenomeno biologico sulla base, dove possibile, di dati campionari.

Modelli di dinamica continua di una singola specie. Modelli di dinamica discreta di una singola specie. Modelli di dinamica continua per popolazioni in interazione. Modelli di dinamica discreta per popolazioni in interazione. Reazioni cinetiche. Oscillatori biologici ed orologi biologici. Modelli con effetto di ritardo. Cenno ai modelli di diffusione. Modelli di pattern spaziali. Modelli in campo

epidemiologico. Modelli in campo oncologico

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course aims to give the principal notions on differential equations systems and the mathematical correlated tools in order to understand the usefulness of these methods on bio-medical mathematical models.

The course aims to make able the student to read and to understand a scientific article including a mathematical model . To make able the student to elaborate some simple mathematical models from qualitative data.

Continuous Population Models for Single Species. Discrete Population Models for a Single Species. Continuous Models for Interacting Populations. Discrete Growth Models for Interacting Populations. Reaction Kinetics. Biological Oscillators and Switches. Introduction to Reaction Diffusion Models. Spatial Pattern Formation. Epidemic Models. Mathematical Models in Cancer Research.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** Una tesina su articolo scientifico

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Modelli matematici in Biologia	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Neurobiologia comparata (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Comparative neurobiology

**Obiettivi formativi:** Approfondire aspetti strutturali , funzionali ed evolutivi dell' encefalo dei Vertebrati.

Struttura ed evoluzione dell' encefalo anteriore dei vertebrati con particolare riferimento ai mammiferi. Sistemi di neuromodulazione e loro coinvolgimento nel comportamento. Evoluzione dell' organo pineale. Meccanismi molecolari coinvolti nei ritmi circadiani. Modelli animali geneticamente modificati per studi comportamentali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The main objective of the course is to study some functional ed evolutive aspects of the vertebrate brain.

Vertebrate forebrain structure and evolution with particular attention to the mammalian brain. Neuromodulator systems and their involvement in behavior. Pineal organ evolution. Molecular mechanisms involved in circadian rhythms. Genetically modified animal models for studying behavior.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Neurobiologia comparata	6	BIO/06 ANATOMIA COMPARATA E CITOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

#### Oceanografia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Oceanography

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di dare una conoscenza generale dell'oceanografia, di studiare quindi i suoi diversi aspetti, partendo dalla fisica alla chimica e alla biogeochimica per arrivare alla biologia, a cui sarà dato ampio spazio. Particolare attenzione sarà rivolta all'integrazione delle informazioni fisiche e biogeochimiche per comprendere la loro influenza sull'ecosistema marino. Per la maggior parte degli argomenti trattati si farà riferimento al Bacino del Mediterraneo.

Circolazione delle masse d'acqua superficiali e profonde. Cicli biogeochimici, distribuzione dei nutrienti, sistema dei carbonati. Produzione primaria e ciclo del carbonio. Microrganismi marini, "Microbial food web" e "microbial loop". Bacterioplankton. Ruolo dei batteri nel consumo e nella rigenerazione di nutrienti inorganici. Interazioni tra batteri e loro predatori. Virioplankton. Dinamica della sostanza organica disciolta.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Main goal of the course is to give to the students a general knowledge of the oceanography, by studying its different aspects, from physics, to chemistry and biogeochemistry to conclude with biology. Particular attention will be devoted to the integration of physical and biogeochemical information in order to assess their influence on marine ecosystem. Almost all the topics will be studied focusing their behaviour in the Mediterranean Sea.

Water masses circulation. Biogeochemical cycles, nutrients, carbonate system. Primary productivity and carbon cycle. Marine microbes, microbial food web and microbial loop. Bacterioplankton, bacterial consumption and regeneration of inorganic nutrients. Interaction between bacteria and their predator. Virioplankton. Dissolved organic matter dynamics.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** frequenza non obbligatoria, ma fortemente consigliata

**Modalità di verifica finale:** esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Oceanografia	6	GEO/12 OCEANOGRAFIA E FISICA DELL'ATMOSFERA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Orientamento e migrazioni degli animali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Animal orientation and migration

**Obiettivi formativi:** Il corso esaminerà i sistemi di orientamento e navigazione utilizzati dagli animali nei loro movimenti, analizzandone gli aspetti funzionali, ecologici ed adattativi e le informazioni sensoriali impiegate. Particolare attenzione sarà dedicata alle migrazioni degli animali, che saranno discusse soprattutto in relazione alle prestazioni di orientamento e navigazione sottese.

Sistemi di orientamento e navigazione degli animali: funzioni, meccanismi e correlati e neurosensoriali. Caratteristiche principali del comportamento migratorio degli animali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course will consider the orientation and navigation systems used by animals during their movements, examining their functional, ecological and adaptive aspects as well as the sensory cues employed. Special attention will be paid to the migrations of animals, which will be analysed mainly in relation to the underlying orientation and navigational performances.

Systems of animal orientation and navigation: functions, mechanisms, neuro-sensorial and correlates. Main features of animal migratory behaviour.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** è richiesta la conoscenza dei fondamenti di Etologia

**Modalità di verifica finale:** Esame orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Orientamento animale	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

#### Scelta libera (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Free choice

**Obiettivi formativi:** Le attività consigliate sono quelle del gruppo GR1, scelte diverse devono essere approvate dal consiglio di corso di studio.

**CFU:** 9

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e/o orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
scelta libera	9		Altre attività - scelta libera dello studente	altro

#### Sistematica e filogenesi molecolare (6 CFU)



**Denominazione in Inglese:** Molecular systematics and phylogenesis

**Obiettivi formativi:** Obiettivo del corso è fornire agli studenti conoscenza in merito agli strumenti metodologici della sistematica e della filogenesi molecolare portandoli a sviluppare una conoscenza generale delle relazioni evolutive

Il corso analizza in dettaglio e in maniera critica le diverse metodiche di biologia molecolare applicate a studi di tipo sistematico e filogenetico. Il corso propone anche una visione storica della classificazione e filogenesi affrontando in maniera critico-comparativa gli approcci morfologici, ultrastrutturali e di filogenesi molecolare che si sono succeduti nel corso degli anni. Mediante un apposito laboratorio gli studenti acquisiscono familiarità con le tecniche di microscopia elettronica e con programmi di filogenesi molecolare.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the lectures is to provide the students with suitable methodological instruments of molecular systematics and phylogenesis. Students will also develop a general knowledge on phylogenetic relationships.

The lectures analyze in detail and critically the different methodologies of molecular biology that are generally applied in studies of molecular systematics and phylogenesis. The lectures as well present a historical view on classification and phylogeny analyzing in a critical and comparative way morphological, ultrastructural, and molecular phylogenetic approaches that succeeded along years.

Students will gain familiarity with electron microscopy techniques and with software for molecular phylogeny during specific practicals.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Frequenza raccomandata alle lezioni, obbligatoria al laboratorio

**Modalità di verifica finale:** prova scritta e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistematica e filogenesi molecolare	6	BIO/11 BIOLOGIA MOLECOLARE	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Tesi di laurea magistrale (48 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Thesis

**Obiettivi formativi:** L'attività formativa prevede la stesura di una tesi di laurea magistrale che descrive un lavoro sperimentale originale svolto dallo studente seguito da un relatore (scelto dallo studente tra i membri del consiglio di corso di laurea o di altre strutture convenzionate) e da due correlatori (assegnati dal consiglio di corso di laurea).

**CFU:** 48

**Modalità di verifica finale:** Discussione della tesi di laurea magistrale in presenza di una commissione formata da 5-7 membri fra cui il relatore e i due correlatori. La commissione valuterà il candidato in base alla discussione della tesi di laurea magistrale e in base ai colloqui pre-laurea svoltisi con i correlatori.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tesi di Laurea magistrale	47		Prova finale	prova finale
Altre attività per l'inserimento nel mondo del lavoro	1		Altre attività - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	altro

#### Valorizzazione delle risorse naturali del mare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Valorization of marine resources

**Obiettivi formativi:** Fornire gli strumenti conoscitivi per applicare le corrette misure gestionali delle risorse naturali marine, secondo il concetto del prelievo responsabile raccomandato dalla FAO, con particolare attenzione agli approcci ecologici, economici, etici e sociali.

Esempi storici e attuali del sovrasfruttamento. Valutazione degli aspetti biologici (accrescimento, riproduzione, fecondità) e statistici (raccolta dati, metodi diretto ed indiretti) per la dinamica delle popolazioni sfruttate.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Give the knowledge for proper management procedures of marine resources, following FAO "Code of Conduct for Responsible Fisheries", with particular reference to the ecological, economical, social, and ethical codes approaches.

Past and present examples of overexploitation of marine resources. Analysis of biological (growth, reproduction and fecundity) and statistical data (data collection, direct and indirect methods) for the study of the exploited population dynamics.

**CFU:** 6

**Propedeuticità:** Si consiglia la frequenza per gli aspetti interdisciplinari che richiedono una sintesi tra numerosi libri specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Valorizzazione e gestione delle risorse naturali marine	6	BIO/07 ECOLOGIA	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali + esercitazioni

#### Zoologia marina (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Marine zoology

**Obiettivi formativi:** Il corso permette l'approfondimento delle basi di Biologia e Zoologia acquisite dagli studenti nell'ambito del triennio, trattando dei principali gruppi animali dell'ambiente marino con particolare riferimento agli habitat più importanti ed alle principali comunità. Il corso tratta dei principali gruppi animali, cordati compresi, descritti secondo le principali linee evolutive.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course, based on the previous biological and zoological knowledge students acquired during the Biology and Zoology first level courses, deals with the main animal taxonomic groups (from sponges to vertebrates) living within the main marine habitats and communities. In the framework of this course the main taxonomic groups (from sponges to vertebrates) will be examined.

**CFU:** 6

**Modalità di verifica finale:** La verifica finale consisterà in un esame orale con riconoscimento di preparati.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Zoologia marina	6	BIO/05 ZOOLOGIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni