

# Corso di laurea in ECOLOGIA

**L'ecologia si studia soprattutto all'aperto:** in laboratorio, certo, ma anche in montagna, lungo i fiumi, a bordo di navi sugli oceani, nei parchi naturali. È la scienza che ci aiuta a capire come il nostro mondo possa stare – o non stare – in equilibrio. È studiare i meccanismi che permettono alle piante, agli insetti, agli animali, a noi umani, di vivere in un ambiente che cambia in continuazione e che deve però sempre garantirci le condizioni minime per continuare ad esistere. Se si guarda l'immagine della Terra vista da fuori ad esempio la fotografia scattata da astronauti a bordo di uno shuttle in orbita si vede subito che il nostro pianeta è circondato da una sfera azzurrina che si alza per poche decine di chilometri sopra i continenti e gli oceani. Quella sfera azzurrina è l'atmosfera. Se immaginiamo che questa sfera continui ancora per qualche chilometro sotto l'acqua o la terraferma, allora abbiamo pensato la biosfera, cioè quel sottilissimo strato che ospita la vita e che va dalle profondità marine fino al limite superiore dell'atmosfera. Cioè fin dove si apre il vuoto cosmico e la vita non è possibile se non dentro i veicoli spaziali.

La biosfera è il luogo della vita e l'ecologia è la scienza che la studia. Nell'ultimo mezzo secolo alcuni componenti della biosfera – i terreni, le acque, il meccanismo del clima, i boschi – sono stati danneggiati o alterati dall'attività umana. L'inquinamento, la distruzione degli habitat degli animali e delle piante, il disboscamento, l'immissione massiccia di anidride carbonica nell'atmosfera: queste e altre minacce hanno reso più sensibili noi tutti rispetto alla natura. Abbiamo scoperto che tutto quello che produciamo (da un prodotto industriale agli scarti del nostro metabolismo) va sempre a finire da qualche parte, non sparisce anche se magari non lo vediamo più. Abbiamo intuito che si può

rompere quell'equilibrio che consente al nostro pianeta di mantenere le condizioni necessarie alla sopravvivenza della biosfera così come è oggi. Abbiamo capito con più chiarezza che gli esseri viventi hanno rapporti importantissimi tra di loro e che se ogni specie ha quella che si chiama la sua "nicchia ecologica", le sue condizioni per vivere, è anche vero che le nicchie sono in relazione l'una con l'altra all'interno della piccola biosfera azzurra.

Questa presa di coscienza ha portato a nuove politiche per il territorio e a nuovi valori nella gestione della cosa pubblica e dell'iniziativa privata.

Di conseguenza, si sono create enormi possibilità di lavoro per i laureati in ecologia. I Comuni, le Province, le Regioni, lo Stato, l'Europa, e poi ancora gli enti (come i parchi o le aziende per la protezione ambientale) che si occupano di tutelare il territorio: tutti questi hanno bisogno di persone con una rigorosa preparazione scientifica che siano in grado di dire che cosa sta succedendo all'ambiente di cui questi enti sono responsabili. Ma anche i privati, come ad esempio le aziende agricole o le industrie agroalimentari e chimiche, hanno bisogno di figure professionali come quelle degli ecologi per controllare e certificare che la loro attività non danneggi l'ambiente.

L'ecologia, inoltre, è una scienza giovane e in grande espansione e ha bisogno di ricercatori, di persone che dedichino la loro vita professionale alla scienza per capire sempre meglio i meccanismi della biosfera.

A Tor Vergata il corso di laurea in ecologia forma persone che sono interessate a questo insieme di saperi. Le parole chiave della formazione in ecologia in questa università sono: biodiversità, comunità, ecosistemi. Si studiano attraverso la conoscenza della botanica, della zoologia, dell'ecologia di base e applicata, delle discipline scientifiche fondamentali (chimica, fisica, matematica). Il corso di laurea

prevede anche alcuni crediti di economia e diritto: molti tra i laureati avranno la possibilità di utilizzare anche queste competenze nella loro professione futura. Il corso di laurea in ecologia prevede due diversi percorsi formativi, uno incentrato sull'ecologia terrestre e l'altro incentrato sulla ecologia acquatica. Tra l'altro, a Tor Vergata gli studenti potranno disporre di un attrezzatissimo laboratorio di ecologia sperimentale e di acquacoltura.

Ma l'ecologia, come abbiamo visto, è la scienza che studia l'equilibrio, quindi la complessità, i rapporti tra l'uomo e gli ecosistemi. Il corso di laurea propone perciò agli studenti di personalizzare il proprio percorso di studi anche attraverso l'integrazione con altre discipline. È quello che si chiama "approccio multidisciplinare" e permette di affrontare problemi complessi ma affascinanti come il rapporto tra le attività umane e le risorse disponibili in natura, o come conservare e valorizzare la biodiversità.

Sul sito Internet della Facoltà internet si possono trovare i banner dei laboratori di ricerca e dei laboratori, da cui si può accedere ai siti relativi nei quali sono contenute tutte le informazioni sulle attività di ricerca e sui settori di studio dei ricercatori. Inoltre, la didattica prevede che i percorsi di studio siano seguiti e osservati (monitorati) da tutor nominati dal consiglio di corso di laurea: così ogni studente è seguito sia durante il periodo di studi che durante la preparazione della tesi. Il percorso di studi prevede che lo studente prepari un elaborato finale – una tesina – concordandolo con il tutor. Per la presentazione potrà usare non solo la scrittura su carta, ma anche strumenti elettronici e multimediali come video, ipertesti, eccetera. Sono previsti, inoltre, dei periodi di formazione presso degli enti pubblici e delle strutture private. Sono tutte realtà che operano nell'area romana e che lavorano nell'ambito della tutela dell'ambiente.

Con la laurea in ecologia è possibile accedere al corso di laurea specialistica in ecologia ed evoluzione attivato a Tor Vergata.

### **Ordinamento degli Studi - Laurea Triennale Sono attivati solo il 2° e il 3° anno**

#### **2° Anno**

##### **I SEMESTRE**

Biochimica	5 CFU
Biologia molecolare	5 CFU
Metodologie botaniche	4 CFU
Microbiologia generale	5 CFU
Biologia delle popolazioni animali	3 CFU
Zoologia sistematica	6 CFU
Zoologia generale	2 CFU

##### **II SEMESTRE**

Botanica II	7 CFU
Fisiologia	5 CFU
Ecologia fondamentale	5 CFU
Metodologie ecologiche	5 CFU
Biodiversità	2 CFU
Zoologia dei Vertebrati	2 CFU
Diritto ambientale	2 CFU
Economia applicata	2 CFU

#### **3° Anno**

##### **I SEMESTRE**

Ecologia applicata	5 CFU
Fondamenti di analisi degli ecosistemi	2 CFU

Analisi di processi microevolutivi	4 CFU
Fisiologia vegetale	5 CFU

#### **Percorso in ecologia terrestre**

Ecologia vegetale	4 CFU
Conservazione della Natura	4 CFU
Entomologia	3 CFU
Laboratorio di Botanica	2 CFU
Laboratorio di Zoologia	3 CFU
Banche dati e cartografia	2 CFU

#### **Percorso in ecologia acquatica**

Biologia marina	4 CFU
Ecologia applicata al mare	2 CFU
Ecologia delle acque interne	3 CFU
Valutazione d'impatto ambientale	2 CFU
Biologia della pesca ed acquacoltura	4 CFU
Biologia delle alghe	3 CFU

#### **II SEMESTRE**

Attività a scelta*	9 CFU
Tirocino + Sicurezza in Laboratorio	10 CFU
Prova finale	9 CFU

\* Per quanto riguarda le attività a scelta, gli studenti potranno selezionare uno qualsiasi degli insegnamenti previsti nell'ambito della Facoltà di Scienze MFN (o dell'Ateneo, previa autorizzazione del CCS). All'inizio dell'AA verrà inoltre pubblicato sul sito della Facoltà un elenco di ulteriori corsi a scelta per ampliare l'offerta didattica e permettere l'approfondimento di specifici settori di interesse per lo studente.

#### **Iscrizione agli anni successivi**

Alla fine di ciascun semestre ad ogni studente vengono attribuiti i crediti relativi ai moduli seguiti con successo. L'iscrizione agli anni successivi è subordinata al conseguimento di un numero minimo di crediti: 40 CFU per l'iscrizione al secondo anno, 90 CFU per l'iscrizione al terzo (60 dei quali relativi al primo anno). Lo studente che non abbia conseguito questo numero minimo di crediti si può iscrivere allo stesso anno di corso conservando i crediti acquisiti.

Al fine di facilitare e ottimizzare lo studio e per poter seguire con profitto alcuni corsi, è necessario che lo studente possieda una buona conoscenza delle seguenti materie: Chimica e Stechiometria e Chimica Organica per Chimica Fisica e Biochimica; Biochimica per Biologia Molecolare, Fisiologia e Microbiologia.

È auspicabile inoltre che lo studente che si iscrive al II anno abbia superato gli esami di Matematica e Fisica.

## **Programmi dei corsi**

### **ANALISI DEI PROCESSI MICROEVOLUTIVI 4 CFU**

**Prof. D. Cesaroni**

Variazione geografica delle popolazioni. Struttura genetica delle popolazioni naturali. Meccanismi di isolamento riproduttivo. Modi di speciazione. Ibridazione e

introggressione. Metodi di analisi dei caratteri tassonomici. Filogenesi molecolare. Teoria e pratica della classificazione e delle ricostruzioni filogenetiche. Casi di studio.

## **BANCHE DATI E CARTOGRAFIA 2 CFU**

**Dott. S. De Felici**

*I Sistemi Informativi* – Database relazionali: Le tabelle. Le unità di osservazione. Gli attributi. Le relazioni. Integrità logica e forme normali. Le operazioni sui dati: SQL La struttura delle query. Le espressioni. Le operazioni sulle righe. Le operazioni fra tabelle. Le unità di osservazione spaziali. Modelli di dati spaziali: modelli vettoriali, punti, linee e poligoni. Modelli griglia o raster. Oggetti e attributi. La localizzazione dei dati spaziali. La georeferenziazione. I modelli della Terra. I sistemi di coordinate latitudine e longitudine. Le proiezioni. I sistemi di riferimento e cartografici di interesse nazionale. I modelli cartografici. Mappe vettoriali o a oggetti. Mappe raster o a superfici continue. La visualizzazione in mappa. Visualizzazione e tipo di dati.

### **TESTI CONSIGLIATI**

M. Boffi, 2004, *Scienza dell'Informazione geografica*, Zanichelli Ed.

Rich D., 2002, *Relational Management and Display of site Environmental data*, Lewis Publishers

### **ALTRI TESTI SUGGERITI E LETTURE DI APPROFONDIMENTO**

AA.VV., 2004, *L'evoluzione della Geografia*, I Quaderni di Mondo GIS, Mondo GIS srl

G. Biallo, 2002, *Introduzione ai sistemi informativi Geografici*, I Quaderni di Mondo GIS, Mondo GIS srl

Lavagna E., Lucarno G., 2007, *Geocartografia. Guida alla lettura delle carte geotopografiche*, Zanichelli

## **BIOCHIMICA 5 CFU**

**Prof. J. Pedersen**

Proteine (aminoacidi, struttura e funzione delle proteine, motori molecolari). Lipidi (acidi grassi, fosfolipidi, colesterolo). Carboidrati (monomeri, polimeri). Enzimi (attività catalitica, regolazione, coenzimi, inibitori). Membrane (struttura e caratteristiche, funzione, canali e pompe). Metabolismo dei carboidrati (glicolisi, via del pentoso fosfato, gluconeogenesi, glicogeno). Metabolismo dei grassi e degli aminoacidi (ossidazione e sintesi, ciclo dell'urea, ciclo dell'azoto). Fosforilazione ossidativa (ciclo dell'acido citrico, ciclo del glicossilato, la catena respiratoria, fotosintesi). Regolazione del metabolismo.

### **TESTO CONSIGLIATO**

M.K. Campbell, S.O. Farrell: *Biochimica*, EdiSES, 2006

## **BIODIVERSITÀ 2 CFU**

**Prof. V. Sbordonì**

La biodiversità e le sue coordinate scientifiche, etiche ed economiche. La biodiversità e le sue misure. Biodiversità e conservazione. L'Osservatorio per la biodiversità del Lazio. La biodiversità e il suo significato etico, sociale ed economico.

## **BIOLOGIA DELLA PESCA E ACQUACOLTURA 4 CFU**

**Prof. E. Ciccotti**

Le basi sistematiche, morfofisiologiche ed ecologiche, nell'ambito interdisciplinare della pesca e dell'acquacoltura. I concetti di dinamica di popolazione applicata alla gestione delle risorse alieutiche. Distribuzione spazio-temporale delle risorse della pesca, fattori di incremento e decremento degli stock. Tipologie di sfruttamento delle risorse alieutiche, con particolare riferimento alla realtà italiana e Mediterranea. Tecnologie e strategie produttive, implicazioni ecologiche in acquacoltura. Qualità

totale delle produzioni ittiche. Produzioni ittiche e sicurezza alimentare. La gestione sostenibile delle risorse acquatiche viventi alla luce del dibattito sullo sviluppo sostenibile, del Codice di Condotta per la Pesca Responsabile e della nuova Politica Comune della Pesca. Qualità totale delle produzioni ittiche, produzioni ittiche e risorse alimentari.

### **BIOLOGIA DELLE ALGHE 3 CFU**

**Prof. P. Albertano**

Le alghe e il loro ruolo nella biosfera. Risposte ecofisiologiche alla luce, temperatura e salinità. Distribuzione e diversità delle alghe negli ambienti acquatici e terrestri.

### **BIOLOGIA DELLE POPOLAZIONI ANIMALI 3 CFU**

**Prof. G. Allegrucci**

Origine e natura della variazione genetica. Caratteri soggetti a polimorfismo. Caratteri quantitativi. Marcatori molecolari. Principi di genetica di popolazioni naturali animali con particolare riferimento allo studio del flusso genico, della deriva genetica, della selezione naturale. Adattamento e fitness. Analisi di alcuni esempi: adattamenti contro la predazione: mimetismo. Altri adattamenti morfologici e fisiologici.

### **BIOLOGIA MARINA 4 CFU**

**Prof. M.F. Gravina**

La Biologia Marina e i suoi contenuti; sviluppo storico. Fisionomia generale degli oceani, dei mari, degli ambienti salmastri. I sedimenti: cenni della loro composizione e distribuzione. Principali parametri fisici e chimici dell'ambiente marino. Luce. Temperatura. Salinità. Densità. Gas disciolti; sistema CO<sub>2</sub>. Cicli biogeochimici. Principali movimenti delle masse d'acqua. Correnti. Maree. Onde. Gli organismi marini: principali gruppi e adattamenti. Il Plancton: composizione e principali suddivisioni. Il Benthos: composizione e principali suddivisioni. Il Necton: composizione e principali suddivisioni. I rapporti con il substrato: organismi pelagici e bentonici; vagili e sessili; solitari e coloniali. Produttori Primari. Consumatori e principali strategie alimentari. Decompositori. Storie vitali e principali cicli biologici degli organismi animali.

### **BIOLOGIA MOLECOLARE 5 CFU**

**Prof. F. Amaldi**

Il DNA come materiale genetico. Struttura chimica, fisica e superstrutture degli acidi nucleici. Replicazione del DNA. Trascrizione nei procarioti e negli eucarioti. Regolazione della trascrizione. Promotori, RNA polimerasi e fattori di trascrizione. Maturazione (splicing) e modificazioni dei trascritti. Trasporto degli RNA dal nucleo al citoplasma. Sintesi proteica. Struttura dei ribosomi, tRNA ed RNA messaggeri. Fattori di traduzione, inizio, allungamento e terminazione della sintesi proteica. Controlli traduzionali. Geni e famiglie geniche. Sequenze semplici e DNA satelliti. Cromatina. Trasposoni. Tecniche nella biologia molecolare: southern blot, northern blot, western blot, PCR, clonaggio, sequenziamento acidi nucleici.

### **BOTANICA 2 7 CFU**

**Prof. A. Travaglini**

Sistematica, tassonomia, nomenclatura. La biodiversità e gradi di valutazione. Il codice di nomenclatura botanica. Il typus e la tipificazione. Le chiavi analitiche. I sistemi tassonomici e filogenetici delle spermatofite. Metodi molecolari, strutturali. Approfondimenti sulle principali famiglie di Pteridofite, Gimnosperme ed Angiosperme della Flora Italiana. Gli erbari e gli Orti botanici: storia e funzioni.

## **CONSERVAZIONE DELLA NATURA 4 CFU**

**Proff. G. Gentile, A. Travaglini**

Generalità sulla conservazione e sulle risorse; risorse e sviluppo sostenibile; la biodiversità e i suoi livelli; estinzioni; la classificazione IUCN; criteri per la conservazione: ricchezza di specie, specie rare, endemismi; hotspot analysis, gap analysis, sistemi informativi geografici (GIS); Unità di conservazione: applicabilità del concetto di specie e sue alternative nella conservazione; filogenesi e conservazione; conservazione in situ ed ex situ e reintroduzioni; conservazione degli habitat e biocenosi; le liste rosse. Le politiche e normative europee e nazionali. Conservazione e sviluppo economico. Parchi e riserve.

## **DIRITTO AMBIENTALE 2 CFU**

**Prof. G. Ambrosio**

Inquadramento degli Istituti del diritto ambientale nell'ambito della teoria generale del diritto. Diritto comunitario dell'ambiente. Diritto nazionale dell'ambiente. Procedimenti amministrativi ambientali.

### **TESTO CONSIGLIATO**

Appunti dalle lezioni

## **ECOLOGIA APPLICATA 5 CFU**

**Prof. S. Cataudella**

Struttura e stato di conservazione degli ecosistemi: ecosistemi terrestri, marini costieri, acque interne, parchi terrestri ed aree marine protette, paesaggio. La "misura" delle componenti ambientali: modelli ecologici, telerilevamento, sistemi informativi per l'ambiente. Fattori di deterioramento dell'ambiente: prelievo di organismi terrestri ed acquatici, alterazione degli ecosistemi fluviali, inquinamento dell'atmosfera, inquinamento delle acque superficiali, inquinamento del suolo, contaminazione globale, effetti ecosistemici della manipolazione dei corsi d'acqua. Valutazione degli impatti sull'ambiente, rimboschimento, agricoltura ed acquacoltura ecocompatibile, restauro di zone umide e di corpi idrici, depurazione biologica delle acque di scarico, lo sviluppo sostenibile.

## **ECOLOGIA APPLICATA AL MARE 2 CFU**

**Proff. E. Fresi, M. Scardi**

L'analisi delle comunità macrobentoniche nella valutazione della qualità ambientale. Organizzazione e logistica di uno studio ambientale in mare. Metodi di prelievo e di pretrattamento dei campioni. Metodi di osservazione delle caratteristiche dei fondali. Metodi di analisi dei campioni. Cenni sulle strategie di analisi dei dati. Presentazione di casi di studio: impatti di attività industriali, di pesca, di realizzazione di opere marittime.

## **ECOLOGIA DELLE ACQUE INTERNE 3 CFU**

**Prof. L. Tancioni**

Principali caratteristiche fisiche e chimiche degli ambienti acquatici. Ciclo dell'acqua e ambienti acquatici continentali. Sistemi lotici, lentici e di transizione. Il concetto di bacino idrografico. Cenni di idrologia fluviale: geometria della corrente, velocità e portata, classificazione granulometrica dei sedimenti. Zonazione idrologica dei fiumi. Interazioni tra corsi d'acqua e falde idriche. Inquadramento geografico e caratteristiche idrografiche dei bacini nazionali (distribuzione geografica, regimi idrologici, ecc.). Principali componenti biotiche degli ecosistemi fluviali: periphyton, macrofite acquatiche, vegetazione delle fasce riparie; macroinvertebrati bentonici; fauna ittica; decomposizione biologica. Aspetti teorici dell'ecologia dei sistemi lotici. Visione quadrimensionale degli ecosistemi fluviali: longitudinale (river continuum),

laterale (flood pulse), verticale (acque di falda) e temporale. Aspetti energetici in un sistema aperto: dinamiche dei nutrienti (Nutrient spiralling).

### **ECOLOGIA FONDAMENTALE 5 CFU**

**Prof. C. Lorenzi**

L'Ecologia e le altre scienze della natura. Cenni storici: dal pensiero preecologico ai giorni nostri. Ecologia e ecologismo. Gli oggetti di studio dell'ecologia: individui, popolazioni, specie, comunità, ecosistemi. Autoe sinecologia. Attributi ecologici della specie: habitat e nicchia ecologica. Analisi della dimensione habitat: fattori fisici e chimici. Analisi della dimensione-nicchia: rapporti intrae interspecifici. Attributi della comunità: fisionomia, struttura, biotopo. Attributi dell'ecosistema: organizzazione, ecotopo. Biomi. Analisi delle strutture sinecologiche: reti trofiche, flussi di materia e energia. Cicli biogeochimici. Dinamica delle comunità/ecosistemi: stabilità, resilienza, successioni.

### **ECOLOGIA VEGETALE 4 CFU**

**Prof. A. Travaglini**

Elementi di ecologia e botanica applicata al territorio. I cambiamenti globali e inquinamento atmosferico; ecosistemi forestali, deforestazione, deperimento, incendi. Effetti sulla flora e vegetazione dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici. Biomi.

### **ECONOMIA APPLICATA 2 CFU**

**Dott. A. Bianchi**

Il Corso si propone di fornire agli studenti, anche in termini operativi, i fondamenti della logica economica come movente dei comportamenti di individui, gruppi sociali, imprese ed istituzioni pubbliche, applicando, in particolare, la logica economica ai problemi di gestione dell'ambiente, nonché gli strumenti operativi necessari alla valutazione dei rischi derivanti dai fenomeni naturali ed impatti antropici.

Testi consigliati

Da definire

### **ENTOMOLOGIA 3 CFU**

**Prof. G. Carchini**

Artropodi, Esapodi ed Insetti. Importanza degli Insetti. Anatomia esterna, interna e cenni di fisiologia. Sistema sensoriale e cenni sul comportamento. Riproduzione. Sviluppo postembrionale e cicli vitali. Filogenesi degli Esapodi. Classificazione, caratteri diagnostici e cenni sulle caratteristiche ecologiche degli Esapodi viventi sino al livello di sottordine, con esemplificazione di famiglie rilevanti per gli ordini più cospicui. Radiazione degli Insetti. Insetti acquatici, del suolo e cavernicoli. Evoluzione della socialità negli Insetti.

### **.FISIOLOGIA 5 CFU**

**Prof. P. Luly**

Funzioni della membrana plasmatica. Principi generali di funzionamento della cellula nervosa. Sinapsi. Fisiologia del tessuto muscolare scheletrico. Le funzioni del sangue. Fisiologia cardiaca. La circolazione. Il sistema respiratorio nei Vertebrati. Osmoregolazione nei Vertebrati. Termoregolazione nei Vertebrati. Principi generali di funzionamento del sistema digerente nei Vertebrati. Elementi di Endocrinologia Comparata.

## **FISIOLOGIA VEGETALE 5 CFU**

**Prof. L. Camoni**

La cellula e i tessuti vegetali. Trasporto dell'acqua. Trasporto di ioni e nutrienti. La fotosintesi: reazioni alla luce e fissazione dell'anidride carbonica. Fotorespirazione. Matabolismo C4 e CAM. Regolazione della crescita e dello sviluppo: fotomorfogenesi e gli ormoni vegetali. Fisiologia degli stress.

### **TESTO CONSIGLIATO**

Taiz e Zeiger, *Fisiologia vegetale*, Piccin Ed., seconda edizione

## **FONDAMENTI DI ANALISI DEGLI ECOSISTEMI 2 CFU**

**Prof. L. Migliore**

Richiami sui livelli di organizzazione della materia vivente. Componente biotica degli ecosistemi: relazioni intra e inter-specifiche, comunità, biomi. Reti trofiche, flussi di energia e cicli della materia. Contaminazione: dinamiche e metodi di studio.

## **GENETICA 5 CFU**

**Prof. M. Rizzoni**

*I credito:* leggi di Mendel, teoria cromosomica dell'eredità, eredità legata al sesso. *II credito:* ricombinazione e mappe cromosomiche negli eucarioti, analisi delle tetradi, ricombinazione nei procarioti: coniugazione batterica. *III credito:* mutazioni geniche e cromosomiche; analisi fine del gene. *IV credito:* DNA, RNA, proteine; replicazione, trascrizione, traduzione, codice genetico. *V credito:* regolazione dell'espressione genica; genetica di popolazione ed evoluzione.

## **LABORATORIO DI BOTANICA 2 CFU**

**Prof. D. Billi**

Corso monografico a tema.

## **LABORATORIO DI ZOOLOGIA 3 CFU**

**Prof. M. Mattoccia**

Metodi e strumenti per la raccolta, la conservazione e lo studio di animali invertebrati e vertebrati. Censimenti tramite osservazione diretta, trappolamento, esame di tracce (impronte, feci, borre) ascolto e riconoscimento di canti e suoni specifici. Rilevamento di micromammiferi attraverso l'esame dei resti contenute nelle borre di uccelli rapaci. Tecniche di marcaggio e ricattura per la stima di popolazioni. funzioni continue, Teorema fondamentale del calcolo integrale, formula di integrazione per sostituzione e per parti.

## **METODOLOGIE BOTANICHE 4 CFU**

**Prof. A. Canini**

Metodi di campionamento di vegetali. Tecniche di osservazione del materiale vegetale: microscopia ottica, a fluorescenza; microscopia elettronica a scansione; microscopia elettronica a trasmissione. Metodi di allestimento del materiale vegetale per la microscopia elettronica. Metodi citochimici e istochimici per la caratterizzazione e localizzazione dei composti vegetali. Tecniche di localizzazione di elementi mediante spettroscopia elettronica a perdita energetica.

## **METODOLOGIE ECOLOGICHE 5 CFU**

**Prof. M. Scardi**

Flussi di energia, reti trofiche e cicli della materia. La produzione primaria fitoplanctonica. Modelli matematici: generalità e una semplice applicazione. Piani di campionamento, descrittori e scale. Cenni sui metodi di analisi dei dati in ecologia

delle comunità. Dinamica e struttura delle popolazioni. Modello esponenziale, logistico, di competizione interspecifica, predapredatore. Diversità a, b e g. La misura della diversità a. Evenness. Proprietà ecologiche associate alla diversità a.

### **MICROBIOLOGIA GENERALE 5 CFU**

**Prof. G. Di Lallo**

Caratteristiche comuni e differenze tra eucarioti e procarioti. La diversità nei procarioti: morfologia, struttura, metabolismo, nutrizione, replicazione batterica, forme di resistenza. Studio della crescita (in colture axeniche, curve di crescita, colture continue in comunità, colonna di Winogradsky). Principali tecniche di coltivazione: terreni di coltura, tecniche di sterilizzazione. Ruolo dei microrganismi nella ciclizzazione di carbonio, azoto, zolfo. Caratteri generali, struttura e replicazione dei virus. I batteriofagi: ciclo litico e lisogeno. Significato e principali tipi di mutazione. La ricombinazione nei batteri: significato e meccanismi. Plasmidi Trasposoni, sequenze di inserzione (IS). Trasferimento orizzontale: trasformazione; coniugazione; trasduzione. Regolazione genica nei procarioti. Macro, microambienti e strategie di adattamento. Le superfici (formazione e crescita di biofilm). Ambienti acquatici, Suolo; Ambienti estremi (caratteristiche selettive, gruppi di estremofili, adattamenti fisiologici). Chemo, foto, aero, magnetotassi. Interazioni tra microrganismi, tra microrganismi e piante (Licheni, Micorrize, Rhizobium, Agrobacterium); tra microrganismi e invertebrati (simbiosi con Riftia, insetticidi biologici) tra microrganismi e vertebrati (ecosistema del ruminante; comunità microbica "normale" dell'uomo; interazioni ospite-parassita). L'evoluzione dei procarioti: confronto tra teoria dei tre domini e teoria "monodermididermi". Tassonomia dei principali gruppi di microrganismi procarioti.

#### **TESTO CONSIGLIATO**

Brock et al., *Microbiologia*, Città Studi Edizioni, Milano

### **SICUREZZA IN LABORATORIO 2 CFU**

**Dott. L. Ferrucci**

La disciplina Comunitaria e il Decreto 626/94; La Prevenzione degli infortuni e la tutela della salute: informazione e formazione; La valutazione dei rischi: valutazione qualitativa e quantitativa, gli indici numerici di valutazione; L'informazione in pratica: Segnaletica di sicurezza, Etichettatura, Schede di Sicurezza, Frasi di Rischio e Consigli di Prudenza; Il Rischio nei laboratori di ricerca: rischio chimico, cancerogeno, biologico – la buona norma di laboratorio; I Dispositivi di Protezione Individuale e Collettiva; La Direttiva Macchine ed i Controlli di qualità.

### **VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE 2 CFU**

**Prof. E. Fresi**

Concetti generali e campi di applicazione. La VIA e l'evoluzione di una cultura ambientale. Concezione sistemica dell'ambiente. Procedure VIA nelle direttive internazionali, nazionali e regionali. Studio di Impatto Ambientale (SIA). Gli obiettivi del SIA. Descrizione dell'opera. Selezione dei descrittori ambientali e delle relative scale di valutazione. Sensibilità e vulnerabilità ambientale. Modalità d'impiego di indicatori ambientali e indici sintetici di valutazione. Identificazione e stima degli impatti potenziali. Metodi di misura e di analisi dati. Misure di mitigazione e compensazione. La comunicazione scientifica nella VIA: l'interazione tra personale tecnico, amministrativo e pubblico. Il linguaggio tecnico. Presentazione dei risultati e delle conclusioni. La VIA nelle diverse fasi del processo decisionale. Studio di Casi.

### **ZOOLOGIA DEI VERTEBRATI 2 CFU**

**Prof. M.G. Filippucci**

Storia evolutiva dei Vertebrati e loro rapporto con i Cordati. Piano organizzativo dei Vertebrati. Agnati primitivi ed attuali: origine, caratteri generali, sistematica. Gnatostomi: comparsa delle mascelle e delle pinne e loro significato. Pesci, Anfibi, Rettili, Uccelli e Mammiferi: origine, evoluzione, rapporti filogenetici, adattamenti strutturali e funzionali, sistematica e caratteristiche principali dei diversi ordini delle singole classi.

## **ZOOLOGIA GENERALE 2 CFU**

**Prof. M. Mattoccia**

La Zoologia e le sue articolazioni. Proprietà dei viventi. Origini ed evoluzione della vita. I Domini ed i Regni. I livelli di organizzazione degli organismi. Architettura degli animali. Pluricellularità e dimensioni corporee. Foglietti germinativi. Cavità del corpo. Metameria. Simmetria. Omeostasi. Biologia funzionale degli animali: alimentazione, locomozione, respirazione e scambi gassosi, escrezione ed osmoregolazione, sistema nervoso, sistema endocrino, sistemi sensoriali, comportamento animale, riproduzione, sviluppo embrionale.

## **ZOOLOGIA SISTEMATICA 6 CFU**

**Prof. M. Lucarelli**

Livelli di studio della biologia e ruolo della Zoologia. La vita e le entità viventi. Organismi unitari e modulari. Individui, colonie e società. La nomenclatura zoologica. Filogenesi e posizione sistematica, architettura del corpo, organizzazione funzionale, riproduzione e sviluppo, cenni di eco-etologia e riconoscimento fino a livello di classe dei seguenti phyla: Protozoi, Poriferi, Cnidari, Ctenofori, Platelminti, Aschelminti, Anellidi, Molluschi, Onicofori, Artropodi, Briozoi, Echinodermi, Emicordati, Cordati.

### **TESTI CONSIGLIATI**

Baccetti B. et al., *Lineamenti di Zoologia Sistematica*, Zanichelli

Dorit R. L. et al., *Zoologia*, Zanichelli