

Anno Accademico 2019-2020

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE DELLA NATURA E DELL'UOMO – CLASSE LM-60** (<http://www.scienzenaturalimagistrale.unifi.it>)

Il Corso ha la durata normale di 2 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti (CFU) all'anno. Lo studente che abbia comunque ottenuto 120 CFU adempiendo a quanto previsto dall'Ordinamento, può conseguire il titolo anche prima della scadenza biennale.

Il Corso di Laurea in Scienze della Natura e dell'Uomo si articola in due percorsi formativi:

*Curriculum “Conservazione e Gestione della Natura”*

*Curriculum “Scienze Antropologiche”*

con possibilità di articolazione in moduli di alcuni insegnamenti.

La Tabella indica gli insegnamenti attivati, la suddivisione in moduli e la suddivisione degli insegnamenti attivati nei due anni del corso di studi magistrale.

Le informazioni generali sul Corso di Laurea Magistrale sono pubblicate sulla Guida dello Studente dell'Anno Accademico 2019-20 (<https://www.scienze.unifi.it/vp-250-guida-dello-studente-2019-2020.html>).

**Insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale in Scienze della Natura e dell'Uomo – LM-60**

**CURRICULUM CONSERVAZIONE E GESTIONE DELLA NATURA**

INSEGNAMENTO	CFU	DOCENTE	SSD
<b>I anno (60 CFU)</b>			
<b>I semestre</b>			
Chimica dell'ambiente	6	Roberto Bianchini	CHIM/06
Cicli geochimici e dinamica dei sistemi complessi	5 lezioni + 1 laboratorio/esercitazioni	Antonella Buccianti	GEO/08
Strategie riproduttive ed evoluzione delle piante	6	Marta Mariotti	BIO/02
Valutazione di impatto ambientale	3 3	Federico Raspini Samuele Segoni	GEO/05
Microbiologia	5 lezioni + 1 laboratorio/esercitazioni	Enrico Casalone	BIO/19
<b>II semestre</b>			
Scienza della vegetazione e Conservazione e gestione delle risorse vegetali (annuale)	4 lezioni + 2 laboratorio/esercitazioni 4 lezioni + 2 laboratorio/esercitazioni	Bruno Foggi Daniele Viciani	BIO/03
Diritto ambientale	6	Nicoletta Ferrucci <i>Mutuato da LM Scienze e gestione delle risorse faunistico-ambientali (B112)</i>	IUS/03
Metodologie molecolari per la conservazione della fauna selvatica	5 lezioni + 1 laboratorio/esercitazioni	Claudio Ciofi	BIO/07
<b>II anno (60 CFU)</b>			
<b>I semestre</b>			
Entomologia generale e applicata	6	Rita Cervo	BIO/05
<b>II semestre</b>			
Conservazione e gestione delle risorse faunistiche	6	Sara Fratini Leonardo Dapporto	BIO/05

<b>Un corso a scelta fra i seguenti:</b>	Analisi spaziale dei dati	6	Antonella Buccianti	GEO/08
	Diversità vegetale regionale	6	Daniele Viciani	BIO/03
	Didattica per la Biologia	6	Marta Mariotti	BIO/02
	Geologia applicata al territorio	6	Giovanni Gigli	GEO/05
	Gestione di progetti sulla protezione della fauna	6	Mariella Baratti	BIO/05
	Metodi di analisi per bio- e geo-materiali	6	Luca Bindi	GEO/06
	Micologia e Lichenologia	4 lezioni + 2 laboratorio/esercitazioni	Renato Benesperi	BIO/02
	Modelli e metodi per la conservazione (I sem.)	6	Francesco Rovero	BIO/07
	Geopedologia	6	Riccardo Fanti	GEO/05
	Invasioni biologiche animali	3	Elena Tricarico	BIO/05
Invasioni biologiche vegetali	3	Renato Benesperi	BIO/02	

A scelta dello studente	18		
Tirocinio	6		
Prova finale: attività sperimentale	18		PROFIN_S
Prova finale: stesura elaborato	6		PROFIN_S

### CURRICULUM SCIENZE ANTROPOLOGICHE

<b>I anno (60 CFU)</b>			
<b>I semestre</b>			
Archeozoologia	4 lezioni + 2 laboratorio/esercitazioni	Paul Mazza	GEO/01
Archeoantropologia molecolare	6	Martina Lari	BIO/08
Cicli geochimici e dinamica dei sistemi complessi	5 lezioni + 1 laboratorio/esercitazioni	Antonella Buccianti	GEO/08
Laboratorio di Fisica per i Beni culturali (annuale)	6	Pier Andrea Mandò <i>Mutuato da LM Scienze e materiali per la conservazione e il restauro (B194)</i>	FIS/07
Strategie riproduttive e evoluzione delle piante	6	Marta Mariotti	BIO/02
<b>Un corso a scelta fra i seguenti:</b>	Biologia umana	6	Roscoe R. Stanyon
	Laboratorio di Antropologia e Biologia umana (annuale)	6	Jacopo Moggi Martina Lari
	Metodi per la ricostruzione e l'analisi dei genomi antichi (II sem.)	6	David Caramelli Stefania Vai
<b>II semestre</b>			

Evoluzione umana e dei Primati Modulo Paleoantropologia	5 lezioni + 1 laboratorio/esercitazioni	Jacopo Moggi	BIO/08
Modulo Primatologia	6	Roscoe R. Stanyon	

<b>II anno (60 CFU)</b>				
<b>I semestre</b>				
Ecologia umana	6	Guido Chelazzi	BIO/07	
Paleontologia dei Vertebrati	5 lezioni +1 laboratorio/esercitazioni	Lorenzo Rook	GEO/01	
<b>II semestre</b>				
Paletnologia	6	Fabio Martini <i>mutuato da LM Archeologia (B060)</i>	L-ANT/01	
<b>Un corso a scelta fra i seguenti:</b>	Geologia e Paleontologia del Quaternario ( <b>I sem.</b> )	6	Paul Mazza	
	Evoluzione degli ecosistemi terrestri	6	Lorenzo Rook	
	Bioindicatori stratigrafici ed ambientali	6	Simonetta Monechi	
	Metodi di indagine isotopica (isotopi radiogenici e stabili)	3 3	Simone Tommasini Orlando Vaselli	GEO/08
	Didattica per la Biologia	6	Marta Mariotti	BIO/02

A scelta dello studente	18		
Tirocinio	6		
Prova finale: attività sperimentale	18		PROFIN_S
Prova finale: stesura elaborato	6		PROFIN_S

In ciascun curriculum lo studente ha la possibilità di scegliere tra più corsi appartenenti allo stesso gruppo di insegnamenti. **Gli altri corsi possono essere comunque inseriti nel piano di studio come esami a scelta.**

Altri corsi a scelta possono essere selezionati, ad esempio, fra i corsi del CL in Scienze Biologiche, CLM in Biologia, CL in Scienze Geologiche, CLM in Scienze e Tecnologie Geologiche e fra tutti gli insegnamenti dei Corsi di Laurea della Scuola di Scienze MFN o presenti nell'offerta formativa di Ateneo.

Nel mese di febbraio 2016 il Ministero dell'istruzione, Università e Ricerca (MIUR) ha aggiornato i requisiti per l'accesso all'insegnamento a partire dal 2019/20 come segue:

“Le lauree (compresa la LM in Scienze della Natura), conseguite dall'a. a. 2019/2020, sono titoli di accesso purché il piano di studi, fra laurea triennale e laurea magistrale, abbia previsto almeno **132 crediti** nei settori scientifico disciplinari MAT, FIS, CHIM, GEO, BIO, INF/01, INF-ING/05, di cui almeno 30 in MAT, 12 in FIS, 6 in CHIM, 6 in GEO, 6 in BIO, 6 in INF/01 o in ING-INF/05 o in SECS-S/01, nonché, dei predetti 132 crediti, almeno 90 crediti nel corso della laurea triennale, articolati come segue: almeno 12 in MAT, almeno 6 in FIS, almeno 6 in CHIM o GEO, almeno 6 in INF/01 o ING-INF/05 o SECS/01.”

Mentre i laureati della Laurea Magistrale hanno già tutti i requisiti per insegnare nelle scuole medie superiori, l'attuale piano di studio non dà accesso diretto per l'insegnamento nelle scuole medie di primo grado:

- I laureati della Laurea Triennale in Scienze Naturali devono conseguire 6 CFU in INF/01 o SECCS/01
- I laureati della Laurea Magistrale devono conseguire 3 CFU in FIS e 18 CFU in MAT.

**Insegnamenti consigliati come corsi a libera scelta per ottenere i requisiti per l'insegnamento nelle scuole medie di primo grado:**

- Informatica con Applicazioni B015675 (INF/01), 6 CFU (Corso di Laurea in Scienze Geologiche, II anno, I semestre)
- Elementi di Informatica B015942 (INF/01), 6 CFU (Corso di Laurea in Diagnostica e Materiali per la Conservazione e il Restauro, I anno, I semestre)
- Laboratorio di Fisica per la Biologia B019238 (FIS/03), 3 CFU (Corso di Laurea in Scienze Biologiche, II anno, II semestre)
- Elaborazioni matematiche di dati sperimentali B015963 (MAT/07), 6 CFU (Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Materiali per la Conservazione e il Restauro, I anno, II semestre)
- Calcolo numerico B002372 (MAT/08), 6 CFU (Corso di laurea in Ingegneria meccanica, II anno, I semestre)
- Calcolo Probabilità e Statistica B019998 (MAT/05), 6 CFU (Corso di laurea in Ingegneria meccanica, III anno, I semestre)

Sono stati inoltre resi noti i titoli richiesti per l'accesso al concorso FIT (percorso triennale di Formazione Iniziale e Tirocinio) per il 2018.

Il decreto sulle modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari e accademici è pubblicato sul sito del Ministero: <http://www.miur.gov.it/-/reclutamento-e-formazione-iniziale-dei-docenti-firmato-il-decreto-sulle-modalita-di-acquisizione-dei-crediti-formativi-universitari-e-accademici>

## **PROGRAMMI DEI CORSI - ANNO ACCADEMICO 2019-20**

### **CURRICULUM CONSERVAZIONE E GESTIONE DELLA NATURA**

#### **I anno**

##### **Chimica dell'ambiente** (Prof. Roberto Bianchini)

I anno, I semestre, 6 CFU

La Chimica della stratosfera: lo strato dell'ozono. Formazione e distruzione dell'ozono nella stratosfera, per via catalitica e non. Ozono come filtro dei raggi UV. Effetto dei raggi UV sull'uomo. Effetto distruttivo sull'ozono degli ossidi di azoto e del radicale ossidrilico. Bromo e cloro atomici come nemici dell'ozono. Il buco nell'Ozono sopra i poli e il suo assottigliamento nelle regioni temperate. Sostituzione dei CFC con derivati innocui all'ozono.

L'ozono urbano, processo di genesi nello smog fotochimico. Limitazioni alla generazione di ossidi di azoto e di VOC per ridurre l'ozono nelle aree urbane. Emissioni a base di zolfo ed effetto sul patrimonio artistico. I particolati. Natura, localizzazione, presenza, movimenti. I PM. Foschie e piogge acide, loro effetto sull'ambiente. Inquinamento indoor e rimedi vegetali naturali.

Effetto serra. Sua origine, distribuzione, cause ecc. La CO<sub>2</sub> in crescita. Suo assorbimento nella regione infrarossa dello spettro. Altri gas serra, loro importanza relativa. Riscaldamento globale. Sua natura, estensione, cause.

Energia da combustibili: il petrolio, sua natura, localizzazione, estrazione, trasporto, raffinazione,

consumo. Il petrolio oggi: da sabbie bituminose, comparsa dello shale oil ed effetto sulle politiche energetiche dei paesi. Gas metano. Carbone. Gli oceani come riserva di anidride carbonica. Previsioni in conflitto sul riscaldamento globale. Energia da combustione biomassa. L'etanolo come carburante. Sua produzione biologica. Il bioetanolo, il biogasolio. Gli oli vegetali come alternativa al gasolio. Il caso della Jatropha Curca. L'idrogeno, alternativa reale ai combustibili fossili? Energia idroelettrica, energia eolica, geotermica, solare. Celle solari. Vantaggi e svantaggi. La radioattività. Sua natura. Utilizzazione militare e civile. Pericoli e rimedi, parziali. Incidenti nucleari. La fusione come alternativa alla fissione. Chimica e inquinamento delle acque. Ossido riduzione nelle acque superficiali. Il BOD e il COD come indici di inquinamento. Contaminazione delle acque superficiali dolci e salate, e delle acque di falda. Moderne tecniche di disinquinamento delle acque reflue e dei liquami. Metalli pesanti, loro pericolosità e diffusione naturale e artificiale. I pesticidi, gli insetticidi naturali. Diossine furani e PCB e loro effetti sulla salute. Gli aromatici ed i PAH. Estrogeni ambientali. Inquinamento del suolo, riciclaggio dei rifiuti domestici ed industriali. La termovalorizzazione e la pirolisi, sua possibile alternativa.

### **Cicli geochimici e dinamica dei sistemi complessi (Prof.ssa Antonella Bucciati)**

I anno, I semestre, 5 CFU lezioni + 1 CFU laboratorio/esercitazioni

Origine degli elementi. Processi di nucleosintesi. Origine dell'universo e dei pianeti. Meteoriti, loro composizione e classificazione. Differenziazione chimica della Terra. Cicli geochimici e biogeochimici degli elementi e loro legame con le proprietà della tavola periodica, descrizione termodinamica dell'equilibrio chimico, misure di disequilibrio, cinetica delle reazioni chimiche. Geochimica della fase gassosa. Geochimica della fase acquosa. Geochimica di suoli e sedimenti. Valutazione del rischio geochimico, valori del fondo naturale, anomalie geochimiche. Sistemi con dinamica lineare e non lineare. Stazionarietà, variabilità e resilienza. Analisi grafico-numerica e statistica dei dati geochimici. Costruzione di mappe geochimiche mediante procedure di geostatistica lineare. Utilizzo delle piattaforme software Matlab/R.

### **Strategie riproduttive ed evoluzione delle piante (Prof.ssa Marta Mariotti)**

I anno, I semestre, 6 CFU

Le strutture riproduttive delle piante: origine evolutiva, sviluppo e caratteristiche morfo-anatomiche. Il polline e le spore: caratteristiche citologiche e morfologiche. Modalità di diffusione abiotiche e biotiche. La presentazione secondaria del polline. I fattori ambientali che influenzano il processo riproduttivo.

I diversi tipi di riproduzione: la moltiplicazione vegetativa e la riproduzione sessuale. Autoincrocio ed esoincrocio. I fenomeni apomittici. Ibridazione. Introgressione. Conseguenze dei diversi tipi di riproduzione. Autopoliploidia e allopoliploidia. Le strategie riproduttive e la crisi del concetto biologico di specie.

La variabilità popolazionale. Plasticità fenotipica ed adattamento alle condizioni ambientali. Biosistemica e filogenesi. Le classificazioni filogenetiche. Classificazioni naturali e classificazioni artificiali. Il concetto di predittività.

Lo studio dell'evoluzione delle piante attraverso le testimonianze fossili. Principali tipi di fossilizzazione. Problematiche relative allo studio dei microresti e dei macroresti.

Le piante e l'uomo: sfruttamento delle risorse vegetali, coltivazione e domesticazione.

### **Valutazione di impatto ambientale (Prof. Federico Raspini 3 CFU, Prof. Samuele Segoni 3 CFU)**

I anno, I semestre, 6 CFU

Rapporto uomo-territorio dal passato al presente. Sviluppo sostenibile nella società moderna. Etica e principi della sostenibilità. Economia neoclassica ed economia ambientale (sostenibile). Concetto di "ambiente" ed "impatto" nella valutazione del VIA. Strumenti dell'ONU per le politiche di sviluppo sostenibile. Nascita della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ed introduzione della

procedura tecnico-amministrativa nel contesto europeo. Studio di Impatto Ambientale (SIA) nel VIA. Descrizione della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) e rapporto con VIA. Descrizione della Valutazione di Incidenza (VI) e rapporto con VIA e VAS. Certificazioni di sostenibilità volontarie: ECOLABEL e EMAS. Quadro normativo europeo, italiano e regionale in materia di valutazione di impatto ambientale. Metodologia generale di valutazione di impatto ambientale e tempi istruttori. Schematizzazione delle procedure dalla verifica di assoggettabilità alla decisione finale. "Assessment Preliminare" e processo di screening: passaggi procedurali, fattori di screening del "rapporto ambientale" e metodologie di analisi. Analisi di screening per soglie di significatività, classe di progetto e liste di controllo. Analisi della fase di scoping: operazioni preliminari, obiettivi, attività di realizzazione ed attori coinvolti. "Alternative di progetto" e "alternative al progetto". Caratteristiche generali dell'ambiente da sottoporre a valutazione: Componenti ambientali, fattori di disturbo e possibili relazioni. Caratteristiche chimico-fisiche dell'atmosfera. Differenziazione tipologica di inquinamento atmosferico. Caratterizzazione degli inquinanti atmosferici e principali effetti. Gestione della qualità dell'aria e "Piani di Qualità dell'Aria". Clima: cambiamenti climatici attuali e prospettive future.

### **Microbiologia** (Prof. Enrico Casalone)

I anno, I semestre, 5 CFU lezioni + 1 CFU laboratorio/esercitazioni

**Introduzione alla Microbiologia:** cosa sono i microrganismi, come possiamo vederli; Procarioti e Eucarioti; struttura cellulare; evoluzione e diversità dei microrganismi. Breve storia della Microbiologia. **Relazione tra struttura e funzione della cellula** di Batteri e Archaea: forma e dimensioni; membrana citoplasmatica e trasporto; parete cellulare; altre strutture; locomozione. **Metabolismo e crescita:** Nutrizione e coltivazione dei microrganismi; fondamenti del metabolismo microbico; divisione cellulare; crescita di una popolazione; misurazione della crescita; effetto di fattori ambientali; controllo della crescita microbica. **Biologia molecolare e espressione genica** di Batteri, Archaea e microrganismi eucarioti; regolazione dell'espressione genica nei procarioti. **Cenni su Virus. Genetica dei procarioti:** mutazione; genomi e genomica. **Diversità metabolica:** fototrofia; chemiotrofia; autotrofia; fissazione dell'azoto; fermentazione; respirazione aerobica e anaerobica. **Evoluzione microbica:** origine dei microrganismi, loro diversificazione ed evoluzione. **Sistematica microbica:** filogenesi dei Batteri; diversificazione metabolica nel Phylum dei Proteobatteri; diversità degli Archaea; diversità dei microrganismi Eucarioti. **Cenni di ecologia microbica:** metodi; habitat microbici; biofilm; principali cicli biogeochimici; biodegradazione e biorisanamento; studio della diversità ambientale e metagenomica. Simbiosi microbiche tra microrganismi e con piante, mammiferi, insetti e invertebrati acquatici. **Agenti antimicrobici:** scoperta, produzione e utilizzo di agenti antimicrobici; resistenza microbica agli antibiotici. **Interazioni tra microbi e Uomo:** equilibrio tra interazione benefica e malattia. **Argomenti delle esercitazioni di laboratorio:** preparazione di terreni di coltura; sterilizzazione e tecniche aseptiche di manipolazione dei microrganismi; isolamento di microrganismi su piastra e osservazione della morfologia di crescita; osservazioni di cellule microbiche al microscopio ottico a contrasto di fase; determinazione della crescita batterica in liquido e influenza di fattori ambientali sulla crescita; titolo vitale.

### **Scienza della vegetazione e Conservazione e gestione delle risorse vegetali** (Prof. Bruno Foggi, Prof. Daniele Viciani)

I anno, annuale, 12 CFU

*Scienza della vegetazione* (Prof. Daniele Viciani) 4 CFU lezioni + 2 CFU laboratorio/esercitazioni  
Introduzione storica. La specie in fitogeografia, tassonomia e gruppi di diversità. Corologia, studio degli areali, areale generale e area occupata, endemismo, classificazioni dell'endemismo, vicarianza, territori floristici. I regni floristici di Takhtajan e Cox. Cenni alla storia delle flore mondiali ed europea, con focus italiano, fino al post-glaciale. Caratteri fisionomici, strutturali e floristici della vegetazione. La fisionomia della vegetazione e il concetto di formazione vegetale. Le principali

metodologie di rilevamento della vegetazione. L'approccio fisionomico-floristico, i transetti. L'approccio floristico-ecologico, il concetto di associazione vegetale e la fitosociologia. I rilievi fitosociologici, l'elaborazione dei dati. La classificazione sintassonomica e le principali classi di vegetazione italiana. Cenni al Prodrómo della vegetazione italiana ed all'Euro-veg-check-list. La cartografia vegetazionale, interpretazione e finalità dei diversi tipi di carte. Cenni ad aspetti conservazionistici relativi a specie e comunità vegetali. Cenni all'approccio statistico rigoroso per lo studio della vegetazione. L'importanza della vegetazione nella definizione degli habitat di importanza conservazionistica. Il concetto di habitat delle direttive europee. Lista rossa degli habitat europei. Dinamismo della vegetazione (teorie di Clements, Gleason, Tansley, del mosaico fluido; successioni; vegetazione potenziale naturale, climax statico e dinamico). Il paesaggio vegetale: cenni storici, definizione e limiti. Lo studio fitosociologico del paesaggio vegetale: Sinfitosociologia e Geosinfitosociologia. Cenni a elementi di base e metodi dell'ecologia del paesaggio: macchie, corridoi, matrici; scala, grana, estensione; configurazione del paesaggio e biodiversità.

Alla fine delle lezioni frontali sono programmate alcune esercitazioni in aree regionali con diversa vegetazione.

Al momento dell'esame, orale, lo studente deve portare anche un elaborato consistente in una carta della vegetazione fisionomico-floristica rappresentante un territorio di circa 1 km<sup>2</sup>, provvista di legenda interpretativa, da discutere col docente.

*[La conoscenza dei seguenti argomenti, in programma nell'insegnamento di Laboratorio di Ecologia vegetale del corso di laurea triennale di Scienze Naturali, o di altri corsi di base equivalenti, è necessaria per affrontare le lezioni. Per gli studenti che provengono da triennali dove non si affrontano tali concetti, il docente è disponibile per lezioni personalizzate. Concetti di Flora e di Vegetazione. Cause della distribuzione delle piante. Classificazioni del clima in funzione delle piante, bioclima. Piante e suolo. Classificazione dei suoli di Duchaufour. Piante e fattori autoecologici, gli indici di Ellenberg-Pignatti. Modelli di ciclo biologico, le strategie C-S-R. Zone e piani di vegetazione].*

*Conservazione e gestione delle risorse vegetali (Prof. Bruno Foggi) 4 CFU lezioni + 2 CFU esercitazioni*

Introduzione sui problemi della Biosfera con particolare riferimento alla parte vegetale. Inquinamento atmosferico e vegetali. Cambiamenti climatici. Lo sfruttamento delle foreste equatoriali. Perché conservare. I valori della Natura con particolare riferimento ai valori della componente vegetale. Valori di mercato e non di mercato. La Biodiversità: problemi nell'applicazione del termine. Biodiversità "buona" e biodiversità "cattiva". Le specie esotiche e le invasioni biologiche. La conservazione come scienza delle scelte. Dalla protezione alla conservazione e alla gestione delle risorse vegetali. Cosa conservare, dove conservare e Come conservare: i tre principali quesiti che cerca di rispondere la Scienza della Conservazione. Specie (popolazioni), habitat, paesaggi: tre livelli gerarchici della Natura verso i quali dirigere le attenzioni. Le specie rare e le specie vulnerabili: coincidenze e differenze. Alcune scale di vulnerabilità. Le Categorie IUCN. Le liste Rosse. Problemi nell'applicazione dei parametri richiesti dalla IUCN. Alcuni esempi per le specie vegetali. La Direttiva 92/43 "Habitat". Gli habitat: concetti e problemi. Gli habitat meritevoli di conservazione secondo la Direttiva Habitat. I manuali di interpretazione degli habitat. Alcuni problemi interpretativi. Gli esempi di alcune regioni e di altre nazioni. I Siti di Importanza Comunitaria. La Rete Natura 2000. La posizione della CEE e della Regione Toscana: due esempi di scelte di cosa e dove conservare. Gli habitat meritevoli di conservazione I problemi del come conservare. Rapporti fra "tecnica e scienza della conservazione". I paesaggi "rossi del Mediterraneo". Ager-saltus-sylva e dehesa-montado. Conseguenze dei due modelli di gestione sui livelli di diversità:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -diversità.

Il corso prevede lezioni frontali, seminari ed esercitazioni in campagna.

## II anno

### **Entomologia generale e applicata** (Prof.ssa Rita Cervo)

II anno, I semestre, 6 CFU

*Entomologia generale*: L'importanza e la diversità degli insetti. Fattori che ne hanno determinato il successo evolutivo. Radiazione degli insetti. Antichità degli insetti e loro filogenesi; principali tappe evolutive.

Anatomia esterna: Cuticola, produzione del colore, segmentazione e tagmosi. Il capo: pezzi boccali, organi sensoriali. Il torace: zampe e ali e loro modificazioni. Evoluzione delle ali. L'addome e appendici addominali. Anatomia interna e fisiologia: muscoli e locomozione; l'apparato circolatorio, emolinfa e circolazione; il sistema tracheale e gli scambi gassosi; l'intestino, nutrizione e digestione; l'apparato escretore e l'escrezione. Organi riproduttivi, sviluppo e riproduzione negli insetti. Il processo e il controllo della muta.

Sistematica degli insetti. Apterygota: entognatha ed ectognatha. Pterygota: paleoptera e neoptera. Principali caratteristiche morfologiche e anatomiche, ecologiche ed etologiche dei principali ordini degli insetti e cenni sugli ordini minori.

*Entomologia applicata*: Importanza degli insetti nella storia umana. Cenni di entomologia medica e sanitaria. Entomofagia. Entomologia forense. Entomoterapia. Servizi ecosistemici forniti dagli insetti. Cenni sull'apicoltura. Insetti dannosi. Insetti alieni. Le pesti in agricoltura e metodi di lotta biologica. Utilizzo degli insetti per il calcolo dell'IBE e del QBS.

### **Modelli e metodi per la conservazione** (Prof. Francesco Rovero)

II anno, I semestre, 6 CFU

Biologia della conservazione: inquadramento della disciplina. Biodiversità (focus sul livello di specie): definizioni, quantificazione (ricchezza e indici), distribuzione globale della biodiversità terrestre (hotspots e altri criteri di prioritizzazione). Il valore della biodiversità (aspetti ecosistemici, economici, sociali, intrinseci ed etici). La crisi delle biodiversità e la sesta estinzione: situazione storica, attuale e scenari, cause e minacce (degrado e perdita di habitat, sovrasfruttamento, cambiamenti climatici, ecc.). Le strategie di conservazione a livello globale: (1) protezione di specie – focus su protezione in-situ, (2) protezione di habitat, (3) gestione degli ecosistemi fuori dalle aree protette. (1) Fondamenti di ecologia quantitativa funzionali alla valutazione della distribuzione, consistenza e vulnerabilità di popolazioni e comunità (incluse le Population Viability Analyses): campionamento (principi di inferenza statistica) e metodi principali con focus su mammiferi terrestri (transetti, foto-trappolaggio, metodi di cattura-ricattura). Abbondanza relativa e indici. Approcci gerarchici per stime di occorrenza e abbondanza delle popolazioni. Conservazione tramite proxy (specie ombrello, carismatiche, minacciate, indicatrici, ecc.) e impostazione di piani di monitoraggio per determinare trend temporali e vulnerabilità. Il corso includerà esempi di analisi dati usando principalmente il software R. (2) Aree protette (ambito terrestre): panoramica globale, efficienza e gestione, criteri per la creazione di aree protette, pianificazione sistematica della conservazione. (3) Gestione degli ecosistemi, connettività, sviluppo sostenibile, conservazione su base comunitaria, scenari globali. Percezione sociale della conservazione e citizen science. Conservazione al di fuori delle aree protette.

### **Conservazione e gestione delle risorse faunistiche** (Prof.ssa Sara Fratini, Prof. Leonardo Dapporto)

II anno, II semestre, 6 CFU (3+3 CFU)

Storia della conservazione e minacce alla biodiversità. Il concetto di specie e i concetti di *Evolutionary Significant Unit* e *Management Unit*. La conservazione di unità all'interno delle specie. Genetica e conservazione. Flusso genico e dinamiche di metapopolazioni. Il ruolo della genetica nell'identificazione e risoluzione di problemi di conservazione delle popolazioni naturali. Il vortice di estinzione delle piccole popolazioni: inbreeding, deriva genetica. Crescita di popolazioni

e capacità portante. Population Viability Analysis e uso del programma “Vortex”. Servizi ecosistemici. Cambiamento climatico, e conseguenze in ambiente terrestre e marino. Classificazione IUCN e gestione delle specie minacciate. Gestione ex situ e ruolo degli zoo e degli acquari. Reintroduzioni. Conservazione degli ecosistemi marini. Aree marine protette (MPA): funzioni e definizioni. La connettività tra aree marine protette. Esempi di progetti e azioni di conservazione.

### **Didattica per la Biologia** (Prof.ssa Marta Mariotti)

II anno, II semestre, 6 CFU

Analisi delle indicazioni nazionali per l’insegnamento della Biologia nelle scuole secondarie di primo e di secondo grado.

Progettazione di percorsi didattici sui concetti fondamentali della Biologia. Verranno in particolare considerati: gli obiettivi; i prerequisiti e i collegamenti disciplinari; il linguaggio e le competenze lessicali specifiche; la contestualizzazione nello spazio e nel tempo delle scoperte scientifiche; le esperienze dirette tramite osservazione e campionamento in natura; le esperienze in laboratorio; la raccolta, elaborazione di dati ed analisi dei risultati; la consultazione delle risorse digitali; le potenzialità e i limiti dei metodi di laboratorio nella costruzione dei percorsi didattici. Sarà inoltre preso in esame se e come le conoscenze acquisite contribuiscano alla formazione critica dei cittadini. Verrà esaminata l’organizzazione dei percorsi didattici nei libri di testo destinati alle scuole secondarie di primo e di secondo grado di diverso indirizzo.

A scopo esemplificativo, il corso prevede la costruzione di percorsi didattici su alcuni temi centrali della Biologia (ad es. la cellula; gli organismi unicellulari, coloniali, pluricellulari; il ciclo cellulare e i cicli ontogenetici; organismi autotrofi ed eterotrofi; la riproduzione; l’evoluzione biologica; la filogenesi, le classificazioni e la biodiversità; il rapporto uomo-ambiente).

### **Geologia applicata al territorio** (Prof. Giovanni Gigli)

II anno, I semestre, 6 CFU

Principi di geologia applicata e geologia ambientale. Realizzazione e utilizzo di cartografia tematica. Introduzione ai rischi geologici (concetto di pericolosità, vulnerabilità e rischio). Rischio idrico: processi fluviali, piene.

Rischio idrogeologico: frane e loro classificazione. Sistemi di monitoraggio.

Terremoti e rischio sismico: effetti dei terremoti, zonazione sismica.

Rischio vulcanico: attività vulcanica e prodotti. Georisorse. Prospezioni del sottosuolo.

### **Micologia e Lichenologia** (Prof. Renato Benesperi)

II anno, II semestre, 4 CFU lezioni + 2 CFU laboratorio/esercitazioni

Funghi: Evoluzione e filogenesi dei funghi, il regno dei funghi, anatomia, morfologia, sviluppo. Biologia riproduttiva. Classificazione.

Licheni: anatomia del tallo, morfologia del tallo, strutture vegetative; riproduzione sessuata e propagazione vegetativa; metodi per il riconoscimento tassonomico. Tecniche di individuazione e riconoscimento dei metaboliti secondari nei licheni. Classificazione. Ecofisiologia dei licheni.

Licheni come biomonitori: particolare riferimento all’uso dei licheni nella bioindicazione, bioaccumulo, valutazione dell’alterazione degli ecosistemi. Conservazione e gestione della diversità lichenica e fungina.

### **Invasioni biologiche** (Prof. Renato Benesperi, Prof.ssa Elena Tricarico)

II anno, II semestre, 6 CFU

*Invasioni biologiche animali* (Prof.ssa Elena Tricarico) 3 CFU

Storia della disciplina (da Elton a Davis). Teorie, termini e concetti di base. La storia delle invasioni biologiche e gli stadi di invasione (arrivo, naturalizzazione, invasione). Aree di origine, vettori e vie di ingresso principali (es porti, aeroporti, vivai, allevamenti, acquariofilia). Le caratteristiche delle

specie invasive e degli ambienti più vulnerabili. Il ruolo del comportamento nel successo delle specie invasive. Gli impatti (ecologico, economico, sanitario, ecosistemico). La gestione (approccio gerarchico: prevenzione, pronta individuazione e rapida risposta, mitigazione e controllo). Nuove tecniche molecolari per la pronta individuazione (environmental DNA). La normativa europea e italiana. La valutazione del rischio. Specie aliene e cambiamento climatico. Modelli di previsione. Il rapporto con la cittadinanza (percezione sociale del problema). Casi studio con indicazioni gestionali dai vari ambienti (terrestre, dulcacquicolo e marino).

### **Metodi di analisi per bio- e geo-materiali (Prof. Luca Bindi)**

II Anno, II semestre, 6 CFU

Materiali biologici e geologici: definizione e loro caratterizzazione in relazione ai problemi connessi alla loro analisi chimico-fisica. Campionamento e preparazione di campioni biologici e geologici: criteri di campionamento, materiali e strumenti per il prelievo e la conservazione dei campioni, strumenti e metodi per la preparazione dei campioni. Problemi di contaminazione. Tecniche di preparazione di polveri per analisi chimico-fisiche. La separazione dei minerali per forma, densità e suscettività magnetica. Termini e definizioni fondamentali: segnale analitico, segnale di fondo, interferenze, deriva strumentale, effetti di matrice, precisione, accuratezza, limiti di rilevabilità, sensibilità. Microscopia elettronica: principi generali. Microscopia elettronica in scansione: descrizione dello strumento; immagini ad elettroni secondari; immagini a elettroni retrodiffusi; immagini a raggi X; EDS; microanalisi semi-quantitativa; esempi di indagini su materiale biologico e geologico. *Field emission gun* (FEG) e *Electron BackScattered Diffraction* (EBSD): analisi di nanofasi di interesse per la biologia e la geologia. Microsonda elettronica: WDS e microanalisi quantitativa. Mappe di distribuzione X. Esempi di calcolo della stechiometria di un composto. Microscopia elettronica in trasmissione: Caratteristiche e funzionamento del microscopio elettronico a trasmissione. Esempi di applicazioni della microscopia elettronica a trasmissione per la biologia (es. interfaccia ossa-biomateriali) e la geologia (es. minerali metamittici). Tomografia a raggi X: cenni di funzionamento ed esempi che testimoniano l'importanza di questa tecnica per la biologia e le scienze della terra. Introduzione alla luce di sincrotrone; funzionamento e struttura delle *facilities*; applicazioni alla biologia e alla geologia. Esempi di bio- e geo-materiali importanti per la salute dell'uomo: 1) biocalciti e bioapatiti; 2) zeoliti: Aspetti mineralogici e importanza tecnologica come setacci molecolari e disinfettanti; 3) amianto e mineralogia ambientale: definizione di amianto, metodi di studio, norme legislative; 4) particolato atmosferico: composizione e individuazione di minerali comuni potenzialmente pericolosi per la salute.

### **Diversità vegetale regionale (Prof. Daniele Viciani)**

II anno, II semestre, 6 CFU (2 CFU lezioni, 4 CFU esercitazioni)

Il corso è di aspetto prevalentemente pratico.

Dopo una breve introduzione teorica volta a richiamare i concetti fondamentali per lo studio e la classificazione delle piante e delle comunità vegetali (diversità vegetale, flora, vegetazione e paesaggio, metodi di studio della vegetazione, concetto di habitat) e un rapido excursus su caratteristiche e peculiarità di flora e vegetazione della Toscana, il corso si propone di illustrare agli studenti come si studia in pratica la vegetazione di un territorio. Saranno organizzate alcune escursioni (possibilmente di più giorni) durante le quali sarà analizzato il paesaggio vegetale dell'area, individuate le principali tipologie di vegetazione, effettuati rilievi floristico-vegetazionali con identificazione delle specie botaniche principali, classificati i tipi vegetazionali e gli habitat di interesse conservazionistico.

## CURRICULUM SCIENZE ANTROPOLOGICHE

### I anno

#### **Archeozoologia** (Prof. Paul Mazza)

I anno, I semestre, 4 CFU lezioni + 2 CFU laboratorio/esercitazioni

Evoluzione delle interazioni uomo/animale, evoluzione delle strategie di sussistenza umana e di sfruttamento degli animali da parte dell'uomo, dalla necrofagia alla caccia all'addomesticazione; origine della domesticazione e dell'allevamento; anatomia osteologica di vari animali domestici e selvatici; anatomia osteologica comparata fra le principali specie di mammiferi del Pleistocene superiore – Olocene; tafonomia dei vertebrati: composizione degli organismi, cause di morte; processi biostratigrafici, necrolisi dei carboidrati, degli acidi nucleici, delle proteine, dei biolipidi, il kerogene, conservazione della materia organica in ambiente deltizio, lacustre, terrestre, seppellimento, fossilizzazione; analisi multivariata: dati di associazione, dati di giacitura, dati di modificazione delle ossa; introduzione ai principali indici tafonomici e al protocollo di analisi finalizzate alla ricostruzione della storia di formazione dei giacimenti archeofaunali; tecniche di recupero di ossa da siti archeologici; metodi di analisi archeozoologica: stima delle età e analisi delle curve di mortalità finalizzate alla ricostruzione della struttura delle comunità faunistiche e alla individuazione degli agenti di formazione di un accumulo osseo; stima dei pesi corporei e delle biomasse rappresentate in una archeofauna; analisi delle alterazioni dei reperti con distinzione fra quelle di origine antropica e non antropica.

#### **Archeoantropologia molecolare** (Prof.ssa Martina Lari)

I anno, I semestre, 6 CFU

Introduzione all'antropologia molecolare. Cenni sulla struttura del genoma umano. Variabilità del genoma umano e principali marcatori (SNPs, STRs). Concetto di evoluzione molecolare. Il DNA mitocondriale come principale marcatore negli studi di antropologia molecolare. Struttura del DNA mitocondriale. Eredità del DNA mitocondriale. Teoria dell'orologio molecolare. Albero filogenetico del DNA mitocondriale umano e aplogruppi mitocondriali.

Il DNA antico e la paleogenetica. DNA antico ed evoluzione umana. Variabilità genetica nei Neandertaliani e implicazioni per l'origine dell'uomo anatomicamente moderno. Dalla paleogenetica alla paleogenomica. Genoma dei Neandertaliani e degli ominidi di Denisova. Flusso genico tra antiche popolazioni di ominidi e contributo al genoma umano attuale. Introggressione adattativa e adattamento nelle popolazioni umane moderne e antiche.

Storia genetica dell'Europa. Analisi del DNA moderno e del DNA antico. Primo popolamento dell'Europa. Transizione paleolitico-mesolitico neolitico da un punto di vista genetico. Analisi genetica di antiche popolazioni protostoriche e storiche. Il popolamento degli altri continenti. Studio dei processi di domesticazione. Ricostruzione delle abitudini di vita delle popolazioni del passato: ricerca di batteri patogeni, analisi del microbioma orale, studio della dieta.

#### **Cicli geochimici e dinamica dei sistemi complessi** (Prof.ssa Antonella Buccianti)

I anno, I semestre, 5 CFU lezioni + 1 CFU laboratorio/esercitazioni

Origine degli elementi. Processi di nucleosintesi. Origine dell'universo e dei pianeti. Meteoriti loro composizione e classificazione. Differenziazione chimica della Terra. Cicli geochimici e biogeochimici degli elementi e loro legame con le proprietà della tavola periodica, descrizione termodinamica dell'equilibrio chimico, misure di disequilibrio, cinetica delle reazioni chimiche. Geochimica della fase gassosa. Geochimica della fase acquosa. Geochimica di suoli e sedimenti. Valutazione del rischio geochimico, valori del fondo naturale, anomalie geochimiche. Sistemi con dinamica lineare e non lineare. Stazionarietà, variabilità e resilienza. Analisi grafico-numerica e statistica dei dati geochimici. Costruzione di mappe geochimiche mediante procedure di geostatistica lineare. Utilizzo della piattaforma software Matlab/R.

### **Strategie riproduttive ed evoluzione delle piante** (Prof.ssa Marta Mariotti)

I anno, I semestre, 6 CFU

Le strutture riproduttive delle piante: origine evolutiva, sviluppo e caratteristiche morfo-anatomiche. Il polline e le spore: caratteristiche citologiche e morfologiche. Modalità di diffusione abiotiche e biotiche. La presentazione secondaria del polline. I fattori ambientali che influenzano il processo riproduttivo.

I diversi tipi di riproduzione: la moltiplicazione vegetativa e la riproduzione sessuale. Autoincrocio ed esoincrocio. I fenomeni apomittici. Ibridazione. Introgressione. Conseguenze dei diversi tipi di riproduzione. Autopoliploidia e allopoliploidia. Le strategie riproduttive e la crisi del concetto biologico di specie.

La variabilità popolazionale. Plasticità fenotipica ed adattamento alle condizioni ambientali. Biosistemica e filogenesi. Le classificazioni filogenetiche. Classificazioni naturali e classificazioni artificiali. Il concetto di predittività.

Lo studio dell'evoluzione delle piante attraverso le testimonianze fossili. Principali tipi di fossilizzazione. Problematiche relative allo studio dei microresti e dei macroresti.

Le piante e l'uomo: sfruttamento delle risorse vegetali, coltivazione e domesticazione.

### **Biologia umana** (Prof. Roscoe R. Stanyon)

I anno, I semestre

La biologia umana è un campo olistico e interdisciplinare che cerca di comprendere la nostra diversità di specie nel presente e nel passato. Il corso prende in considerazione i processi e il meccanismo che guidano l'evoluzione umana sia a livello genotipico che fenotipico. Il corso include un'indagine sulla diversità genetica umana tra popolazioni umane, variazioni biologiche legate al clima e ad altri elementi dell'ambiente naturale. Gli argomenti includono crescita e sviluppo umano, biodemografia, ecologia umana e adattamento ad ambienti estremi. Il corso traccia le migrazioni umane dall'origine della nostra specie alla sua diffusione nel mondo prendendo informazioni da una prospettiva multidisciplinare che include genomica e archeologia.

### **Laboratorio di Antropologia e Biologia umana** (Prof. Jacopo Moggi, Prof.ssa Martina Lari)

I anno, annuale, 6 CFU

Nozioni di biologia umana con particolare riferimento all'antropologia molecolare. Comprensione dei metodi di laboratorio di base inclusi isolamento del DNA, amplificazione del DNA tramite PCR, quantificazione del DNA, sequenziamento del DNA tramite metodo di Sanger. Utilizzo di banche dati genetiche, software per il disegno sperimentale e la gestione dei dati genetici ottenuti. Cenni di anatomia dello scheletro umano. Tecniche di laboratorio per lo studio di materiale osteologico umano. Restauro. Riconoscimento di ossa isolate. Determinazione del sesso e dell'età. Rilievo dei principali caratteri metrici, e morfologici. Indicatori scheletrici di attività e patologici.

### **Metodi per la ricostruzione e l'analisi dei genomi antichi** (Prof. David Caramelli, Dott.ssa Stefania Vai)

I anno, II semestre, 6 CFU

Caratteristiche del DNA antico. Principali problematiche legate allo studio del DNA antico: degradazione e contaminazione. Criteri per l'autenticazione dei risultati. Come si effettua uno studio sul DNA antico. La struttura del laboratorio di paleogenetica.

Metodiche tradizionali per l'analisi del DNA antico: preparazione dei campioni, estrazione del DNA, PCR, clonaggio, sequenziamento di Sanger, software per l'analisi dei dati di sequenziamento e la ricostruzione delle sequenze consenso.

Metodiche di nuova generazione per lo studio del DNA antico: principi e principali piattaforme di Next Generation Sequencing (NGS); preparazione delle librerie genomiche, arricchimento di porzioni informative del genoma tramite ibridazione con sonde biotinilate; workflow bioinformatico

per la ricostruzione e l'autenticazione delle sequenze. Cenni sugli approcci metodologici per l'utilizzo dei dati: analisi filogenetiche e popolazionistiche.

### **Evoluzione umana e dei Primati**

I anno, II semestre, 12 CFU

*Modulo Paoleoantropologia (Prof. Jacopo Moggi) 5 CFU lezioni + 1 CFU*

*laboratorio/esercitazioni*

Che cosa è la paleoantropologia. Storia e significato delle principali scoperte paleoantropologiche. Principali meccanismi evolutivi. Cenni ai metodi di datazione relativa e di datazione assoluta. Paleomagnetismo. Hominoidea del Miocene superiore africano. *Sahelanthropus*; *Orrorin*; *Ardipithecus kadabba*. Modelli alternativi di evoluzione dei primi Hominini. Ipotesi sull'origine del bipedismo. I più antichi Ominini del Pliocene. *Ardipithecus ramidus*. *Australopithecus anamensis*. Caratteristiche morfologiche principali dei reperti. *Australopithecus afarensis*: storia delle scoperte. Caratteristiche anatomiche craniali e post-craniali. Evidenze della locomozione bipede. Le orme di Laetoli. Dimorfismo sessuale in *Australopithecus afarensis*. Altre forme di Australopithecinae nell'arco temporale 4 - 3 milioni di anni. *Australopithecus bahrelghazali*. *Kenyanthropus platyops*. *Australopithecus* sp. Sudafricano. I siti fossili sudafricani. Caratteristiche e localizzazione. Scavi e ricerche in corso. Il sito di Drimolen. *Australopithecus africanus*. Caratteristiche anatomiche craniali e post-craniali. Mutamenti climatici a 2.5 milioni di anni e loro possibile influenza sull'evoluzione degli Ominini. *Australopithecus garhi*. Caratteristiche anatomiche craniali (e post-craniali). Evidenze del possibile uso di utensili. Radiazione evolutiva delle Australopithecinae robuste (*P. aethiopicus*, *P. robustus*, *P. boisei*). Caratteristiche anatomiche craniali (e post-craniali). Origine del genere *Homo*. *Homo habilis* e *Homo rudolfensis*. I primi utensili in pietra. La cultura olduvaiana. Uso degli utensili negli scimpanzé. Encefalizzazione in *Homo habilis*. Idee sulla relazione tra aumento della capacità cranica - uso di utensili - appartenenza al genere *Homo*. Caratteristiche di *Homo erectus*. *Homo ergaster* e *H. erectus* asiatico. Proporzioni corporee di *H. ergaster*. Il primo popolamento dell'Europa. Resti di Dmanisi. Georgia. La cultura acheuleana. Fasi successive del popolamento dell'Europa. *H. antecessor*. Siti di Atapuerca TD e Ceprano. Inquadramento del sito di Ceprano Campogrande e caratteristiche del cranio di Ceprano. *Homo heidelbergensis*, caratteristiche morfologiche. *Homo neanderthalensis*, caratteristiche morfologiche e culturali. Origine dell'*Homo sapiens*. Teorie attuali. Contributo dell'antropologia molecolare agli studi sull'origine dell'uomo moderno. Caratteristiche morfologiche e culturali dei primi *H. sapiens*.

*Modulo Primatologia (Prof. Roscoe R. Stanyon) 6 CFU*

Il corso è orientato a ricostruire, con metodo comparativo, le linee di tendenza evolutive e i principali adattamenti che caratterizzano l'ordine dei Primati.

Caratteristiche dei Primati. Sistematica dei Primati. Teorie sull'origine dei Primati. Differenze nelle classificazioni su base morfologica, genetica e comportamentale. Distribuzione dei Primati. Struttura fisica dei Primati. Variabilità nelle dimensioni corporee. Anatomia: caratteristiche e diversità morfologiche nel cranio. La dentatura nei primati. Strutture, formule dentarie e adattamenti specifici. Tipi diversi di locomozione e adattamenti morfologici relativi. Parametri del ciclo vitale nei Primati. Caratteristiche delle varie famiglie e dei diversi generi di Primati. Cenni di paleoprimatologia. Primati ancestrali e Plesiadapiformi. Proscimmie fossili. I primi Antropoidea. Teorie sull'origine delle scimmie Platyrrine. Scimmie Platyrrine fossili. Scimmie Catarrine fossili. Antropomorfe fossili. I primi Ominidi. Tendenze generali nell'evoluzione dei Primati. Elementi di etologia dei Primati. Tipi di aggregati e sistemi sociali: primati solitari, coppie monogamiche, bande unità unimaschili, gruppi multimaschili, sistema fissione-fusione. Selezione sessuale. Note di ecologia del comportamento. Problemi relativi alla conservazione dei Primati. Principali cause del rischio di estinzione.

## **II anno**

### **Paleontologia dei Vertebrati (Prof. Lorenzo Rook)**

II anno, I semestre, 5 CFU lezioni + 1 CFU laboratorio/esercitazioni

Origine dei vertebrati: le prime evidenze fossili. Dagli Agnati agli Gnatostomi: ipotesi sull'evoluzione dell'apparato mascello-mandibolare. Il mondo dei pesci paleozoici. La conquista delle terre emerse: origine dei tetrapodi. Anfibi fossili. Transizione Anfibi-Rettili. Evoluzione dell'Udito. Transizione Terapsidi-Mammiferi. Evoluzione del dente mammaliano. Origine dei marsupiali, origine dei placentali. Caratteri generali e storia evolutiva di: Carnivori, Proboscidi, Primati, Artiodattili, Perissodattili, Insettivori e Roditori. Le faune del Quaternario in Europa. Le isole del mediterraneo e le faune insulari quaternarie.

### **Geologia e Paleontologia del Quaternario (Prof. Paul Mazza)**

II anno, I semestre, 6 CFU

Il tempo in Geologia: tempo lineare, ciclico, relativo e assoluto. Metodi di datazione: tecniche di datazione radiometrica utilizzate per il Quaternario; metodi di datazione incrementale; tephrocronologia; cronologia basata su processi di alterazione chimica. Astrocronologia: datazione dei sedimenti con unità di calibrazione astronomicamente sintonizzate; variazioni cicliche nella registrazione stratigrafica. Cicli di Milankovitch: variazioni periodiche degli elementi orbitali (inclinazione dell'asse di rotazione planetario rispetto al piano dell'orbita – precessione degli equinozi; inclinazione dell'orbita rispetto al piano dell'eclittica; eccentricità dell'orbita). Cicli dell'attività solare e dei raggi cosmici: influenza sul clima terrestre della ciclicità solare e del tasso di incidenza dei raggi cosmici. **Evoluzione climatica passata e proiezioni climatiche future.** Il Quaternario glaciale: evidenze geomorfologiche: morfologie glaciali, morfologie periglaciali, variazioni del livello marino, terrazzi alluvionali, morfologie quaternarie alle basse latitudini. Evidenze litologiche: sedimenti glaciali e periglaciali, paleosuoli, sedimenti lacustri, eolici, di grotta, stratigrafia delle carote di ghiaccio. Heinrich events. Stratigrafia degli isotopi stabili dell'ossigeno e del carbonio. Paleontologia del Quaternario: cenni di palinologia, analisi delle diatomee, analisi dei macrofossili vegetali, analisi entomologiche, foraminiferi, ostracodi, molluschi. Biocronologia e caratteristiche dei vertebrati quaternari. Cenni di evoluzione umana e delle strategie di sussistenza umana (dalla necrofagia alla caccia all'addomesticazione). Il Younger Dryas e le sue potenziali cause. Teoria dell'overkill. Colonizzazione delle isole: modi di immigrazione, dinamiche ecologiche insulari, modelli di MacArthur e Wilson e Island Rule di Foster.

### **Evoluzione degli ecosistemi terrestri (Prof. Lorenzo Rook)**

II anno, I semestre, 6 CFU

Le prime tracce degli organismi terrestri. La struttura della piramide trofica durante il Paleozoico: i cambiamenti e l'aumento di interazione tra gli organismi legati alla conquista di nuove strategie alimentari. La variazione dello scenario ecologico attraverso il tempo geologico. La paleoecologia delle estinzioni di massa. Estinzioni di massa e ecosistemi terrestri. Contesti paleoecologici ed opportunità evolucionistiche. Relazioni tra variazioni climatiche e cambiamenti ecologici. Il ruolo dell'impatto antropico sugli ecosistemi terrestri durante il Plio-Pleistocene.

### **Bioindicatori stratigrafici ed ambientali (Prof.ssa Simonetta Monechi)**

II anno, II semestre, 6 CFU

Concetto di bioindicatore stratigrafico e ambientale. Bioaccumulatori e biomarker. Elementi di biogeochimica ambientale. Ecosistemi di transizione e marini. Fattori di alterazione degli ecosistemi: cambiamento climatico, eutrofizzazione, inquinamento da metalli pesanti e idrocarburi. Metodi e strumentazione. Introduzione alla Direttiva quadro "Marine Strategy". Casi studio in area mediterranea. Importanza e utilizzo di microfossili: plancton calcareo, foraminiferi bentonici e

plancton siliceo. Metodologie e analisi. Biostratigrafia integrata ed ecozone. Ricostruzioni paleoambientali, paleoclimatiche e paleoceanografiche Trattazione numerica dei dati quantitativi: cluster and PCA. Casi studio del Cenozoico.

### **Didattica per la Biologia** (Prof.ssa Marta Mariotti)

II anno, II semestre, 6 CFU

Analisi delle indicazioni nazionali per l'insegnamento della Biologia nelle scuole secondarie di primo e di secondo grado.

Progettazione di percorsi didattici sui concetti fondamentali della Biologia. Verranno in particolare considerati: gli obiettivi; i prerequisiti e i collegamenti disciplinari; il linguaggio e le competenze lessicali specifiche; la contestualizzazione nello spazio e nel tempo delle scoperte scientifiche; le esperienze dirette tramite osservazione e campionamento in natura; le esperienze in laboratorio; la raccolta, elaborazione di dati ed analisi dei risultati; la consultazione delle risorse digitali; le potenzialità e i limiti dei metodi di laboratorio nella costruzione dei percorsi didattici. Sarà inoltre preso in esame se e come le conoscenze acquisite contribuiscano alla formazione critica dei cittadini. Verrà esaminata l'organizzazione dei percorsi didattici nei libri di testo destinati alle scuole secondarie di primo e di secondo grado di diverso indirizzo.

A scopo esemplificativo, il corso prevede la costruzione di percorsi didattici su alcuni temi centrali della Biologia (ad es. la cellula; gli organismi unicellulari, coloniali, pluricellulari; il ciclo cellulare e i cicli ontogenetici; organismi autotrofi ed eterotrofi; la riproduzione; l'evoluzione biologica; la filogenesi, le classificazioni e la biodiversità; il rapporto uomo-ambiente).

### **Metodi di indagine isotopica (isotopi radiogenici e stabili)** (Prof. Simone Tommasini, Prof. Orlando Vaselli)

II anno, II semestre, 6 CFU

#### **Contenuto del corso**

Sistematica dei principali sistemi isotopici radiogenici. Gli isotopi radiogenici come traccianti dei processi geologici e loro applicazione nelle scienze antropologiche, archeologiche ed ambientali. Gli isotopi stabili come strumento per ricostruire le migrazioni e le diete delle popolazioni.

Preparazione dei campioni per le analisi in spettrometria di massa.

#### **Programma**

Fisica del nucleo: legge di decadimento radioattivo. Descrizione delle principali sistematiche isotopiche radiogeniche utilizzate in geologia (K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd, U-Th-Pb). Cenni sulla teoria degli errori. Spettrometria di massa a ionizzazione termica (TIMS) ed isotopica (IRMS).

Applicazione degli isotopi radiogenici e degli isotopi stabili in antropologia e bioarcheologia come traccianti del metabolismo, della dieta, della provenienza e della mobilità di reperti umani e animali nonché di manufatti. L'uso del  $^{14}\text{C}$  come metodo di datazione delle ossa. Cenni su applicazioni alla antropologia forense mediante lo studio integrato di profili isotopici multipli (C, N, O, H, S, Sr, and Pb) su tessuti umani (denti, ossa, capelli, unghie) insieme a mappe isotopiche del territorio (*isoscapes*) per individuare le zone di provenienza di reperti umani non identificati.

### **Paletnologia** (Prof. Fabio Martini, *mutuato da LM Archeologia*)

II anno, II semestre, 6 CFU

-Introduzione alla cultura visuale nell'evoluzione culturale paleolitica

-La nascita del sense of beauty

-Arte paleolitica in Europa (temi, luoghi, tecniche)

-Arte paleo-mesolitica in Italia (temi, luoghi, tecniche)

-Sintesi storica.