

**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
BIOLOGIA DEGLI AMBIENTI ESTREMI  
(BIOLOGY OF EXTREME ENVIRONMENTS)  
LM-6 Classe delle lauree in BIOLOGIA (DM 270/04)**

**ARTICOLO 1**

*Definizioni*

1. Ai sensi del presente Regolamento si intende:
  - a) per Dipartimento il Dipartimento di Biologia
  - b) per Regolamento sull'Autonomia didattica, il Regolamento recante norme concernenti l'Autonomia Didattica degli Atenei di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n. 509 come modificato e sostituito dal D.M. 23 ottobre 2004, n. 270;
  - c) per Regolamento didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento didattico approvato dall'Università ai sensi del DM del 23 ottobre 2004, n. 270;
  - d) per Corso di Laurea Magistrale, il Corso di Laurea Magistrale in Biologia degli Ambienti Estremi, come individuato dal successivo art. 2;
  - e) per titolo di studio, la Laurea Magistrale in Biologia degli Ambienti Estremi, come individuata dal successivo art. 2;
  - f) nonché tutte le altre definizioni di cui all'art. 1 del RDA.

**ARTICOLO 2**

*Titolo e Corso di Laurea*

1. Il presente Regolamento disciplina il Corso di Laurea Magistrale in “**Biologia degli Ambienti Estremi**” appartenente alla classe LM-6 “Biologia” di cui alla tabella allegata al D.M. 16 marzo 2007 ed al relativo Ordinamento didattico afferente al Dipartimento di Biologia.
2. Gli obiettivi formativi qualificanti del Corso di Laurea Magistrale sono quelli fissati nell'Ordinamento Didattico.
3. I requisiti di ammissione al Corso di Laurea Magistrale sono quelli previsti dalle norme vigenti in materia. Altri requisiti formativi e culturali possono essere richiesti per l'accesso, secondo le normative prescritte dall'art. 10 del RDA e dall'art. 4 del presente Regolamento.
4. La Laurea Magistrale si consegue al termine del Corso di Laurea e comporta l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari.

**ARTICOLO 3**

*Struttura didattica*

1. Il Corso di Studi salvo quanto previsto dal comma 5 dell'art.5 del RDA, è retto dalla Commissione di Coordinamento dei corsi di studio in Scienze Biologiche (qui di seguito denominato “Coordinamento” o CCD) costituito secondo quanto previsto dallo Statuto per le Commissioni di coordinamento dei corsi di studio, dal RDA e dal Regolamento di Ateneo.
2. La Commissione è presieduta da un Coordinatore, eletto secondo quanto previsto dallo Statuto. Il Coordinatore ha la responsabilità del funzionamento della Commissione, ne convoca le riunioni ordinarie e straordinarie.
3. La Commissione e il Coordinatore svolgono i compiti previsti dal RDA e dal Regolamento del Dipartimento.
4. Le attività didattiche vengono svolte nel rispetto di tutte le leggi vigenti.

#### **ARTICOLO 4**

##### *Requisiti di ammissione al Corso di Laurea, attività formative propedeutiche e integrative*

1. Sono ammessi alla Laurea Magistrale in “**Biologia degli Ambienti Estremi**” i candidati in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, equipollenti per legge o ritenuti tali a giudizio della CCD, poiché in possesso dei requisiti minimi in termini di conoscenze necessarie per l'accesso indicati nell'allegato A.
2. La CCD di anno in anno potrà prevedere, qualora lo ritenga opportuno, un colloquio in ingresso che valuti, tra l'altro, il curriculum pregresso del candidato, inclusa la conoscenza della lingua inglese e gli eventuali titoli. Si accede alla valutazione del curriculum comunque solo dopo verifica del possesso dei requisiti curriculari. L'ammissione non è subordinata al raggiungimento di un punteggio minimo prestabilito, ma è vincolata al numero massimo dei posti disponibili.
3. I laureati di 1° livello provenienti da percorsi non perfettamente coerenti con i requisiti d'ingresso potranno iscriversi alla laurea Magistrale in Biologia degli Ambienti Estremi a valle di un accertamento, da parte della CCD, delle loro conoscenze e competenze attraverso l'esame del curriculum individuale e, se necessario, attraverso un colloquio.
4. Qualora la Commissione ritenga sufficiente il livello delle conoscenze e competenze del laureato, esprime un giudizio di idoneità, che consente l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Biologia degli Ambienti Estremi. Qualora la preparazione dello studente venga valutata non sufficiente, la Commissione indica le conoscenze e competenze che lo studente deve acquisire per l'ammissione alla Laurea Magistrale. La CCD può attivare corsi ed altre attività per permettere allo studente l'acquisizione delle conoscenze e competenze necessarie per soddisfare i requisiti di accesso.
5. Il Consiglio di Dipartimento delibera, su proposta della CCD, anno per anno, la data e le modalità dell'eventuale colloquio di ammissione. Il numero di Studenti ammissibili al Corso di Laurea Magistrale, la data e le modalità di espletamento dell'eventuale prova di ammissione sono di norma disponibili nella pagina web dell'Ateneo ([www.unina.it](http://www.unina.it)) e pubblicati ogni anno mediante il relativo bando di concorso.

#### **ARTICOLO 5**

##### *Crediti formativi universitari, curricula, tipologia e articolazione degli insegnamenti*

1. Il credito formativo universitario è definito nel RDA e nel RAD.
2. L'Allegato B1 che costituisce parte integrante del presente Regolamento, riporta in sintesi gli obiettivi formativi specifici indicati nell'Ordinamento, compreso un quadro delle conoscenze, competenze e abilità da acquisire, e definisce:
  - a) l'elenco degli insegnamenti del corso di laurea Magistrale, con l'eventuale articolazione in moduli e i crediti ad essi assegnati, con l'indicazione della tipologia di attività, della modalità di svolgimento e dei settori scientifico-disciplinari di riferimento e degli ambiti disciplinari;
  - b) le attività a scelta dello studente e i relativi CFU;
  - c) le altre attività formative previste e i relativi CFU;
  - d) i CFU assegnati per la preparazione della prova finale;
  - e) gli eventuali curricula offerti agli studenti.

Le schede che costituiscono l'allegato B2 definiscono per ciascun insegnamento e attività formativa:

- a) il settore scientifico disciplinare, i contenuti e gli obiettivi formativi specifici, con particolare riferimento ai descrittori di Dublino, la tipologia della forma didattica, i crediti e le eventuali propedeuticità;
- b) Le modalità di verifica della preparazione che consenta nei vari casi il conseguimento dei relativi crediti.

4. L'Allegato B1 al presente Regolamento è redatto nel rispetto di quanto previsto dall'art. 22 del RDA.  
In particolare, esso può prevedere l'articolazione dell'offerta didattica in moduli di diversa durata, con attribuzione di diverso peso nell'assegnazione dei crediti formativi universitari corrispondenti.
5. Oltre ai corsi di insegnamenti ufficiali, di varia durata, che terminano con il superamento dei relativi esami, l'Allegato B1 al presente Regolamento può prevedere l'attivazione di corsi di sostegno, seminari, esercitazioni in laboratorio, in biblioteca ed in campo, esercitazioni di pratica testuale, esercitazioni di pratica informatica e altre tipologie di insegnamento ritenute adeguate al conseguimento degli obiettivi formativi del Corso.
6. Nel caso di corsi d'insegnamento per loro natura multidisciplinari in quanto rispondono a specifici requisiti formativi del corso Laurea Magistrale in Biologia degli Ambienti Estremi, questi potranno essere affidati alla collaborazione di più Professori di ruolo e/o Ricercatori anche di settori disciplinari diversi.
7. I corsi di insegnamento vengono svolti in lingua inglese, salvo delibera del CCD per specifiche necessità.

#### **ARTICOLO 6**

##### *Manifesto degli studi e piani di studio*

1. Al fine dell'approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento del Manifesto degli studi di cui all'art. 9 del RDA, la CCD propone in particolare:
  - a) le alternative offerte e consigliate, per l'eventuale presentazione da parte dello studente di un proprio piano di studio;
  - b) le modalità di svolgimento di tutte le attività didattiche;
  - c) la data di inizio e di fine delle singole attività didattiche;
  - d) i criteri di assegnazione degli studenti a ciascuno degli eventuali corsi plurimi;
  - e) le disposizioni sugli eventuali obblighi di frequenza;
  - f) le scadenze connesse alle procedure per le prove finali
2. I piani di studio individuali, contenenti la richiesta di approvazione di percorsi che si differenziano da quello indicato nell'Allegato B1, presentati alla Segreteria studenti entro il 30 novembre del primo anno di studio, saranno vagliati, sulla base della congruità con gli obiettivi formativi e le attività formative specificati nell'Ordinamento didattico, da un'apposita Commissione deliberante nominata dal CCD e approvati, respinti o modificati entro il 31 gennaio.

#### **ARTICOLO 7**

##### *Orientamento e tutorato*

1. Le attività di orientamento e tutorato sono organizzate e regolamentate dalla CCD secondo quanto stabilito dal RDA.

#### **ARTICOLO 8**

##### *Ulteriori iniziative didattiche dell'Università*

1. In conformità al comma 8 dell'art. 2 del RDA, la CCD può proporre all'Università di organizzare iniziative didattiche di perfezionamento, corsi di preparazione agli Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni e dei concorsi pubblici e per la formazione permanente, corsi per l'aggiornamento e la formazione degli insegnanti di Scuola Superiore. Tali iniziative possono essere promosse attraverso convenzioni con Enti pubblici o privati.

#### **ARTICOLO 9**

### *Trasferimenti, passaggi di Corso, ammissione a prove singole*

1. I trasferimenti, i passaggi e l'ammissione a prove singole sono regolamentati dall'art. 20 del RDA.
2. L'accettazione di pratiche di trasferimento, o di qualsiasi altra forma di iscrizione al primo anno di studenti già immatricolati in una Laurea Magistrale di qualsiasi Ateneo italiano o straniero è subordinata alla utile collocazione nella graduatoria comune del concorso di ammissione.

### **ARTICOLO 10**

#### *Esami di profitto*

1. Le norme relative agli esami di profitto sono quelle contenute nell'art. 24 del RDA.
2. Nel caso di corsi plurimi i relativi esami vanno tenuti con le medesime modalità.
3. Nel caso di insegnamenti costituiti da più moduli didattici, l'esame finale è unico e la Commissione viene formata includendo i docenti responsabili dei singoli moduli.
4. Gli esami di profitto vengono svolti in lingua inglese salvo delibera della CCD per specifiche necessità.
5. Il Coordinatore della CCD definisce all'inizio dell'anno accademico le date degli esami, da proporre al Consiglio di Dipartimento, curando che:
  - a) esse siano rese tempestivamente pubbliche nelle forme previste;
  - b) non vi siano sovrapposizioni di esami, relativi ad insegnamenti inseriti nel medesimo anno di corso;
  - c) sia previsto, ove necessario, un adeguato periodo di prenotazione;
  - d) eventuali modifiche del calendario siano rese pubbliche tempestivamente e, in ogni caso, non prevedano anticipazioni.

### **ARTICOLO 11**

#### *Attività formative liberamente scelte dallo studente*

1. Lo studente può utilizzare questi CFU, coerentemente con il proprio piano di studio, per seguire uno o più insegnamenti tra tutti quelli attivati presso l'Ateneo, purché congruenti con gli obiettivi formativi del Corso di laurea. Di anno in anno verrà riportato un elenco di corsi consigliati agli studenti interessati ad approfondire tematiche attinenti a discipline del Corso di laurea per completare la preparazione.
2. Lo studente può inserire fra i crediti a scelta singoli moduli di insegnamenti previsti in curricula diversi da quelli presenti nel suo.
3. E' consentito sostenere crediti a scelta anche superiori a quelli previsti nel singolo anno di corso, purché non superiori, nel totale, a quelli richiesti per l'intero corso di laurea.
4. Nel caso in cui gli studenti acquisiscano crediti in eccesso nelle attività formative liberamente scelte rispetto ai 12 previsti, tali crediti fuori piano saranno sottratti dall'ultimo esame a scelta nella carriera dello studente o comunque dal totale dei CFU relativi alle attività a scelta previsti nel piano di studio

### **ARTICOLO 12**

#### *Ulteriori attività formative*

1. L'acquisizione dei CFU indicati, nella Tabella B1, con la dizione "Altre Attività Formative" verrà deliberata dalla CCD a seguito di richiesta esplicita da parte dello studente, da effettuarsi in tempi predeterminati, corredata da idonea certificazione, attestante un'attività professionale, rilasciata da enti pubblici o privati ufficialmente riconosciuti, nonché altri soggetti, di natura pubblica o privata, impegnati in campi attinenti agli obiettivi formativi e professionalizzanti del corso di laurea.

2. La CCD provvederà alla compilazione di una short list dei soggetti che potranno ospitare gli studenti per lo svolgimento delle ulteriori attività formative. Questa lista sarà di aiuto allo studente che comunque potrà scegliere tali attività liberamente anche se non inclusi tra quelli suggeriti dal CCD. La scelta di un soggetto non incluso nella lista dovrà essere approvata dal consiglio.
3. Eventuali periodi di studio all'estero, corsi di specializzazione o Master di I livello saranno valutati dal Consiglio.

### **ARTICOLO 13**

#### *Prove finali e conseguimento del titolo di studio*

1. Il titolo di studio è conferito a seguito di prova finale. L'Allegato C al presente Regolamento disciplina:
  - a) le modalità della prova, comprensiva in ogni caso di un'esposizione dinanzi a una apposita commissione;
  - b) le modalità della valutazione conclusiva, che deve tenere conto dell'intera carriera dello studente all'interno del Corso di Laurea, dei tempi e delle modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari, della prova finale, nonché di ogni altro elemento rilevante.
2. Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito il quantitativo di crediti universitari previsto dall'Allegato B1 al presente Regolamento, meno quelli previsti per la prova stessa. La tesi di laurea magistrale deve essere redatta in lingua inglese, a meno di delibera della CCD per comprovate necessità.
3. Lo svolgimento delle prove finali è pubblico.

### **ARTICOLO 14**

#### *Modalità di svolgimento della didattica*

La durata del corso di laurea è di 2 anni. L'attività didattica si articola in due periodi didattici denominati semestri come stabilito dal Calendario Accademico intervallati da un periodo di sospensione delle lezioni per consentire il superamento degli esami relativi ai corsi del I semestre (I sessione). Al termine del II semestre è prevista una II sessione di esami seguita da ulteriori sessioni di recupero. Le attività formative sono, di norma, insegnamenti affidati ad uno o più docenti che si svolgono all'interno di un semestre e prevedono lezioni teoriche, esercitazioni, ed eventualmente esercitazioni di laboratorio e in campo e si concludono con un esame che verifica la preparazione individuale dello studente. Gli insegnamenti sono distinti nelle tipologie di attività caratterizzanti, affini o integrative e a libera scelta dello studente.

### **ARTICOLO 15**

#### *Studenti a contratto*

La CCD determina, anno per anno, forme di contratto offerte agli studenti che chiedano di seguire gli studi in tempi più lunghi di quelli legali. A tali studenti si applicano le norme previste dall'art. 21 del RDA.

### **ARTICOLO 16**

#### *Doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori*

Doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori I doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori sono quelli previsti dall'art. 22 del RDA.

## **Allegato A (Requisiti d'ingresso e attività formative propedeutiche e integrative)**

Per l'accesso al corso di Laurea Magistrale in '**Biology of Extreme Environments**' è richiesto il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, ritenuto idoneo a giudizio del Consiglio del Corso di Studi, ovvero del possesso delle lauree triennali della classe L-13 (Scienze Biologiche), L-32 (Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura), L-2 (Biotecnologie) o corrispondenti nell'ex DM 509/99. Alternativamente, per i laureati in altre classi, i requisiti consistono nel possesso di un congruo numero di CFU per SSD, di cui almeno 30 CFU BIO/\*, MED/04, MED/42, 6 CFU tra MAT/01-MAT/09, ING-INF/05, INF/01, 6 CFU tra FIS/01-FIS/08, 6 CFU tra CHIM/01-CHIM/04, CHIM/06, CHIM/12. Per i laureati provenienti da Università straniere, l'adeguatezza dei requisiti curriculari è valutata caso per caso sulla base della coerenza fra i programmi svolti nelle diverse aree disciplinari, le basi formative ritenute necessarie per la formazione avanzata offerta dal corso di studi, nonché le conoscenze linguistiche.

Le modalità di verifica della preparazione saranno definite nel regolamento didattico del corso di studio e comunque accertate solo dopo verifica del possesso dei requisiti curriculari. In ogni caso le competenze richieste dovranno essere possedute prima dell'iscrizione. E' previsto l'accertamento delle conoscenze e competenze nella lingua inglese di livello B2 con modalità definite dal regolamento didattico del corso di studio.

I laureati provenienti dai Corsi di Laurea della classe dovranno comunque possedere le seguenti competenze:

### Conoscenza / Capacità di Comprensione

- Nozioni di matematica ed informatica finalizzate all'apprendimento delle discipline biologiche.
- Fondamenti di statistica per l'analisi e valutazione di dati sperimentali.
- Trasformazioni chimiche dal punto di vista cinetico e termodinamico. Stechiometria. Relazioni tra struttura e reattività delle molecole.
- Organizzazione strutturale e funzionale delle biomolecole. Principali processi metabolici e loro regolazione.
- Biodiversità, struttura e funzionamento degli ecosistemi.
- Interrelazioni tra organismi e ambiente. Ciclo della materia nelle comunità naturali.
- Conoscenza approfondita della lingua inglese parlata e scritta, con specifico riferimento ai principali lessici disciplinari.

### Capacità / Abilità

- Capacità di elaborazione di dati analitici e presentazione dei risultati anche tramite l'uso di strumenti informatici.
- Capacità di lavorare in gruppo e in maniera autonoma, capacità di aggiornamento.

### Comportamenti

- Consapevolezza delle norme di comportamento nei laboratori chimici e biologici, degli aspetti legati alla sicurezza e delle problematiche ambientali.

## Allegato B1

La Laurea Magistrale in "Biologia degli Ambienti Estremi" ha come obiettivi formativi qualificanti la preparazione di laureati magistrali che avranno:

- un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano la classe;
- un'approfondita conoscenza della biologia e dell'ecologia degli ambienti estremi, dal punto di vista morfo-funzionale, evolutivo, ecologico e biotecnologico e delle strategie di gestione, sfruttamento sostenibile e conservazione delle sue risorse, anche in ottica di esplorazione spaziale e astrobiologica;
- una solida preparazione culturale per l'analisi sistemica degli ambienti estremi, in tutte le sue componenti biotiche ed abiotiche e nelle loro interazioni, considerate anche nella loro dimensione storico-evoluzionistica, di esplorazione e sfruttamento;
- una adeguata conoscenza dei fondamenti fisico-chimici e geologici delle dinamiche degli ambienti estremi, incluso lo spazio, in particolare sotto l'aspetto delle loro interazioni con la componente biotica e con l'uomo;
- una elevata padronanza del metodo scientifico di indagine e delle conoscenze necessarie per l'avviamento della ricerca scientifica in ambito biologico, biotecnologico e astrobiologico degli ambienti estremi;
- un'adeguata conoscenza dei meccanismi di interazione tra gli ambienti estremi con quelli circostanti e con la popolazione umana, incluse le basi di rischio ambientale e tossicologico derivante dalla prossimità con questi ambienti, i problemi derivanti dal loro sfruttamento e colonizzazione, con particolare riguardo alla gestione e sfruttamento delle risorse ambientali estreme;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di indagine e di campionamento in ambienti estremi ed inospitali, incluso quelli spaziali e dell'applicazione delle tecniche statistiche, informatiche e geo-informatiche di analisi e di archiviazione dei dati;
- la capacità di affrontare i problemi e pianificare attività di esplorazione, gestione e sfruttamento sostenibile delle risorse ambientali in condizioni estreme;
- elevate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione biologica, biotecnologica ed ambientale;
- un chiaro quadro delle implicazioni giuridiche ed etiche relative allo sfruttamento delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi, delle implicazioni esplorative e di sfruttamento degli ambienti estremi, incluso lo spazio e delle problematiche di protezione planetaria;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- essere in grado di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti, strutture di ricerca, inclusa l'organizzazione di attività di campionamento in ambienti estremi.

Il corso di laurea magistrale formerà figure di elevato spessore culturale e professionale con competenze multidisciplinari e tecnologie essenziali allo studio e alla salvaguardia degli ambienti estremi, la cui attività potrà andare dalla ricerca di base, tesa alla maggiore comprensione dei fenomeni biologici in ambienti estremi (quali ad esempio quelli polari, vulcanici e idrotermali, *deep-sea*) ed extraterrestri, allo sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica e dello sfruttamento sostenibile delle risorse ivi presenti. I laureati della classe avranno una formazione specifica che li renderà capaci di svolgere attività professionale e manageriali all'interno di centri di ricerca pubblici e privati, agenzie spaziali, istituti polari nazionali e internazionali, aziende specializzate nel campo dell'esplorazione genetica, biochimica, biologica e tecnologica degli ambienti estremi ed extraterrestri, in ottica di esplorazione, sfruttamento e colonizzazione dei suddetti ambienti. I laureati della classe possono svolgere attività professionali e

manageriali riconosciute dalle normative vigenti come competenze della figura professionale del biologo in tutti gli specifici campi di applicazione che, pur rientrando fra quelli già previsti per il laureato triennale della Classe 13, richiedano il contributo di una figura di ampia formazione culturale e di alto profilo professionale. I principali sbocchi occupazionali previsti dai corsi di laurea della classe sono quelli di seguito esposti, che comunque non esauriscono il quadro del potenziale mercato del lavoro, e comprendono:

- attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché gestione e progettazione delle tecnologie applicate allo studio degli ambienti estremi;
- attività di ricerca, collocate nelle scienze della terra e dell'ambiente che comprendendo lo studio dei sistemi acquatici e terrestri ed extraterrestri, con approccio multidisciplinare indispensabile ad operare in ambienti "difficili" per via di limitazioni naturali e vincoli logistici;
- attività professionali e di progetto in ambiti correlati con le discipline biologiche, negli istituti di ricerca pubblici e privati, nelle agenzie spaziali nazionali e internazionali, nei settori dell'industria, della sanità e della pubblica amministrazione, con particolare riguardo alla conoscenza integrata dei cicli biogeochimici, della diversità animale e vegetale, compresa la componente microbica degli ambienti estremi, anche in relazione al rischio legato allo sfruttamento delle risorse, all'esplorazione degli ambienti estremi e all'interazione dell'uomo;
- attività professionali e di progetto con particolare riguardo: all'analisi, gestione e tutela della biodiversità degli ambienti; alla diffusione e divulgazione scientifica delle relative conoscenze; al monitoraggio delle interazioni tra gli ambienti estremi e quelli circostanti; allo sfruttamento sostenibile delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi polari, vulcanici e/o geotermali, deep-sea; alle applicazioni biologiche, biochimiche, biomolecolari e biotecnologiche degli organismi estremofili per scopi biotecnologici industriali, farmacologici e biomedici.

Ai fini indicati, gli orientamenti del corso di laurea magistrale della classe prevedono:

- attività dedicate alle tecniche di gestione della diversità biologica e genetica degli ambienti estremi; interazioni tra i fattori, fisici, chimici e geologici caratterizzanti gli ambienti estremi in particolare alla loro interazione con il comparto biotico; tecniche di biomonitoraggio e campionamento delle risorse biologiche e genetiche, di sfruttamento sostenibile delle risorse, di conservazione e valorizzazione del patrimonio ambientale; potenziali applicazioni biotecnologiche, biomolecolari e biochimiche degli organismi estremofili e il loro sfruttamento sostenibile;
- attività di laboratorio e in ambiente naturale o attività pratiche dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali, al rilevamento e all'elaborazione dei dati e all'uso delle tecnologie innovative;
- attività esterne di promozione, come ad esempio tirocini formativi, presso diverse strutture pubbliche e private e/o aziende di settore in grado di fornire competenze multidisciplinari e tecnologiche essenziali allo studio e alla salvaguardia degli ambienti estremi,
- soggiorni di studio presso altre Università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali;
- l'espletamento di una prova finale che comprende la stesura di un elaborato originale in lingua inglese da parte dello studente e sotto la guida di un relatore in cui vengano riportati i risultati di una ricerca scientifica o tecnologica originale per cui si richiede un'attività di lavoro.



**Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7) Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)**

### **Allegato 1**

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)**

Il laureato magistrale in "Biologia degli Ambienti Estremi" sarà in grado di applicare conoscenze e capacità ottenute tramite la partecipazione agli insegnamenti curriculari, tramite attività di campo e di laboratorio. L'avanzamento delle conoscenze sarà verificato tramite elaborati di gruppo ed esami di profitto. L'espletamento di una prova finale comprende la stesura di un elaborato originale in lingua inglese da parte dello studente e sotto la guida di un relatore in cui siano riportati i risultati originali di una ricerca scientifica o tecnologica.

Inoltre, sono previste, durante il percorso formativo, attività esterne di promozione, come ad esempio tirocini formativi, presso diverse strutture pubbliche e private e/o aziende di settore in grado di fornire competenze multidisciplinari e tecnologiche, soggiorni di studio presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali.

In particolare, secondo il programma formativo, la capacità di applicare le conoscenze acquisite è raggiunta mediante attività dedicate: i) alle tecniche di gestione della diversità biologica degli ambienti estremi; ii) alle interazioni tra i fattori, fisici, chimici e geologici caratterizzanti gli ambienti estremi in relazione al comparto biotico; iv) alle tecniche di biomonitoraggio e campionamento delle risorse biologiche e genetiche per uno sfruttamento sostenibile, incluse le problematiche di conservazione del patrimonio ambientale; v) alle potenziali applicazioni biotecnologiche, biomolecolari e biochimiche degli organismi estremofili in un'ottica sostenibile.

#### **Aree di apprendimento:**

BIO/01 -Botanica generale

BIO/07 -Ecologia

BIO/19 -Microbiologia

MED/42 -Igiene

#### **Capacità di applicare conoscenze e comprensione:**

Le conoscenze e la comprensione del laureato magistrale in "Biologia degli Ambienti Estremi" saranno raggiunte mediante specifici percorsi didattici che includono lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio, oltre che uscite in campo, mediante:

- un'approfondita conoscenza dei temi centrali della biologia e delle problemistiche inerenti l'ecologia sistemica degli ambienti estremi (ad esempio quelli polari, vulcanici e idrotermali, deep-sea), con particolare riferimento alle componenti strutturali e funzionali e delle dinamiche storico-evolutive;
- un approfondito studio sulla vita microbica in ambienti estremi, ai suoi adattamenti e al ruolo degli estremofili nella ciclizzazione degli elementi;
- un'adeguata conoscenza dei meccanismi di interazione tra gli ambienti estremi e gli ecosistemi circostanti e la popolazione umana, inclusi i potenziali fattori di rischio ambientale e tossicologico derivante dalla prossimità di questi ambienti, nonché i rischi derivanti dal loro sfruttamento e colonizzazione in quanto territori per lo più inospitali;

- specifiche competenze per affrontare le problematiche di conservazione e le potenzialità biotecnologiche delle risorse presenti negli ambienti estremi in una visione eco-compatibile, anche in ottica di esplorazione spaziale e astrobiologica;
- raggiungimento di ottime capacità organizzative e gestionali finalizzate ad affrontare problemi legati alle attività di esplorazione, gestione e sfruttamento sostenibile delle risorse ambientali in condizioni estreme;

**Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:**

A queste conoscenze concorrono discipline caratterizzanti e di base previste all'interno dei due curricula del corso di laurea, di seguito elencate.

- Biodiversity and primary productivity in extreme environments (BIO/01)
- Astrobotany (BIO/03)
- Extreme environments: Earth and Space (BIO/07)
- Ecology of extreme environments (BIO/07)
- Microbiology of extreme environments (BIO/19)
- Extreme Environments and Public Health (MED/42)

**Aree di apprendimento:**

GEO/02 -Geologia,

CHEM/06 - Chimica organica,

BIO/19 - Microbiologia

BIO/18 - Genetica

**Capacità di applicare conoscenze e comprensione:**

Le conoscenze e la comprensione del laureato magistrale in "Biologia degli Ambienti Estremi" saranno raggiunte mediante specifici percorsi didattici che includono lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio e in campo, mediante:

- conoscenze dettagliate delle componenti biotiche ed abiotiche e delle loro interazioni contestualizzate in specifici ambienti estremi, anche in un'ottica di esplorazione e di sfruttamento ecosostenibile;
- una adeguata conoscenza dei fondamenti fisico-chimici e geologici delle dinamiche degli ambienti estremi, incluso lo spazio, in particolare per gli aspetti relativi alle interazioni con la componente biotica e con l'uomo;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di indagine e di campionamento adeguate ad operare in ambienti inospitali estremi, come quelli polari, vulcanici e idrotermali, inclusi quelli spaziali, ed un'approfondita preparazione sulle tecniche statistiche, informatiche e geoinformatiche di analisi e di archiviazione dei dati;

**Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:**

A queste conoscenze concorrono discipline caratterizzanti e di base previste all'interno dei due curricula del corso di laurea, di seguito elencate:

- Chemistry of Biopolymers and metabolites from Extreme Environments (CHIM/06)
- Astrochemistry and prebiotic process CHEM/06
- Omics data analysis (BIO/18)
- Applied microbiology of extremophiles (BIO/19)
- Microbial metabolism and planetary habitability (BIO/19)
- Introduction to Earth System Sciences (GEO/02)

**Aree di apprendimento:**

BIO/09 -Fisiologia

BIO/10 -Biochimica

BIO/18 -Genetica

**Capacità di applicare conoscenze e comprensione:**

Le conoscenze e la comprensione del laureato magistrale in “Biologia degli Ambienti Estremi” saranno raggiunte mediante specifici percorsi didattici che includono lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio, oltre che uscite in campo, mediante:

- una solida conoscenza scientifica per affrontare le problematiche dello studio e della ricerca con un approccio multidisciplinare tenendo conto anche delle corrette metodologie di indagine in ambito biologico, biotecnologico e astrobiologico degli ambienti estremi, incluse l’interazione con l’uomo e la sua presenza in ambienti estremi;
- elevate competenze teoriche ed applicative per la comunicazione dell’informazione biologica, biotecnologica ed ambientale, al fine della conservazione e gestione delle risorse naturali.

**Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:**

A queste conoscenze concorrono discipline caratterizzanti e di base previste all’interno dei due curricula del corso di laurea, di seguito elencate:

- Physiology and Nutrition in Space Conditions (BIO/09)
- Emergence of life and exobiology (BIO/10)
- Biochemistry and molecular adaptation to extreme environments (BIO/10)
- Discovery and applications of extremophilic enzymes (BIO/10)
- Microbial metabolism and planetary habitability (BIO/19)
- Omics data analysis (BIO/18)

**Capacità Organizzative****Conoscenza e comprensione**

- integrazione delle conoscenze storiche, economiche, politiche e sociali per il raggiungimento di un quadro esaustivo delle implicazioni giuridiche ed etiche legate allo sfruttamento delle risorse biologiche e genetiche degli ambienti estremi polari, vulcanici, geotermali incluso lo spazio, e delle problematiche di protezione planetaria;
- acquisizione di autonomia nella ricerca e nel lavoro, anche in ruoli di responsabilità di progetti, direzione di strutture di monitoraggio e/o di ricerca, inclusa l’organizzazione di attività di campionamento e trattamento dei campioni in ambienti estremi, ambienti polari, vulcanici, geotermali, inclusi quelli spaziali.
- acquisizione dell’uso fluente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell’Unione Europea oltre l’italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;

A queste conoscenze contribuiscono i corsi afferenti agli SSD GEO/02, BIO/19, BIO/07, BIO/10 e BIO/18 oltre ai crediti dedicati alla lingua.

**Capacità di applicare conoscenze e comprensione**

La capacità di applicare le conoscenze acquisite è raggiunta mediante:

- l’integrazione delle conoscenze storiche, economiche, politiche e sociali per il raggiungimento di un quadro esaustivo delle implicazioni giuridiche ed etiche legate allo sfruttamento delle risorse

biologiche e genetiche degli ambienti estremi polari, vulcanici, geotermali incluso lo spazio, e delle problematiche di protezione planetaria;

- attività dedicate alle tecniche di gestione della diversità biologica e genetica degli ambienti estremi;
- attività di laboratorio e in ambiente naturale o, comunque, attività pratiche, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali, al rilevamento e all'elaborazione dei dati e all'uso delle tecnologie innovative;
- alle tecniche di biomonitoraggio e campionamento delle risorse biologiche e genetiche, di sfruttamento sostenibile delle risorse, di conservazione e valorizzazione del patrimonio ambientale;
- alle potenziali applicazioni biotecnologiche, biomolecolari e biochimiche degli organismi estremofili e il loro sfruttamento sostenibile.

A queste conoscenze contribuiscono, per le parti di specifica competenza, i corsi afferenti a tutti i SSD inclusi nel percorso formativo, oltre ai crediti dedicati alla lingua.

### **Autonomia di giudizio (making judgements)**

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi" ha una preparazione culturale solida ed integrata nella biologia di base e in diversi settori della biologia applicata, un'approfondita conoscenza dei problemi biologici, delle metodologie strumentali, degli strumenti analitici e delle tecniche di acquisizione ed analisi dei dati in tutti i campi della biologia, con particolare riguardo alle indagini di biologia degli ambienti estremi nel suo senso più ampio (ambienti polari, vulcanici, geotermali), ivi incluso l'ambito spaziale. Tale preparazione multidisciplinare ed integrata consentirà ai laureati di comprendere e gestire la complessità ambientale, e di fare ipotesi interpretative. Infine, saranno in grado di formulare giudizi critici anche in relazione ai problemi sociali ed etici derivanti dall'applicazione delle proprie competenze. La verifica dell'acquisizione dell'autonomia di giudizio è ottenuta tramite la valutazione del grado di autonomia e capacità di lavorare, anche in gruppo, mediante la stesura di relazioni, con esperienze pratiche, ed attraverso la discussione della prova finale oltre al superamento degli esami individuali.

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi", in virtù di una preparazione culturale solida, multidisciplinare ed integrata nella biologia di base e nei diversi settori della biologia applicata, saprà comunicare i propri risultati e/o le proprie conclusioni critiche su osservazioni in modo chiaro, e riuscirà a dosare il grado di complessità dell'espressione per essere compreso sia dagli interlocutori specialistici sia da quelli non specialistici. Le abilità comunicative scritte ed orali sono sviluppate negli insegnamenti istituzionali e verificate in sede d'esame. La verifica dell'acquisizione delle abilità comunicative avviene anche tramite la valutazione della capacità di esposizione di relazioni scientifiche ed attraverso la discussione della prova finale.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Il laureato magistrale in "Biologia degli ambienti estremi" avrà la capacità di aggiornare il proprio sapere teorico e tecnologico. La solida cultura di base, sviluppata con i ragionamenti propri del metodo scientifico, costituirà la base concettuale sulla quale potranno essere aggiunti in modo autonomo tutti gli aggiornamenti teorici e tecnologici derivanti dal progresso delle conoscenze durante l'arco di attività professionale. Le capacità di apprendimento vengono acquisite durante tutto il corso degli studi, ed in particolare durante lo svolgimento della tesi e nella preparazione della prova finale.



## Articolazione degli insegnamenti

### Curriculum “Biological Resources”

	Regolamento proposto	Settore	tipologia
<b>PRIMO ANNO</b>			
<b>Primo semestre</b>			
Introduction to Earth System Sciences	6	GEO/02	AFI
Microbiology of extreme environments	8	BIO/19	C amb.2
Biodiversity and primary productivity in extreme environments	6	BIO/01	C amb.1
Chemistry of Biopolymers and metabolites from Extreme Environments	6	CHIM/06	AFI
<b>Secondo semestre</b>			
Biochemistry and molecular adaptation to extreme environments	8	BIO/10	C amb.2
Ecology of extreme environments	6	BIO/07	C amb.1
Applied microbiology of extremophiles	6	BIO/19	C amb.2
Esame a scelta	6		
<b>TOTALE CFU I anno</b>	<b>52</b>		

<b>SECONDO ANNO</b>			
<b>Primo semestre</b>			
Extreme Environments and Public Health	6	MED/42	C amb.3
Discovery and applications of extremophilic enzymes	6	BIO/10	C amb.2
Omics data analysis	6	BIO/18	C amb.2
Esami a scelta	6		
Tesi	14		
<b>Secondo semestre</b>			
Tesi	24		
Altre Conoscenze/ <i>Lingua italiana*</i>	6		
<b>TOTALE CFU II anno</b>	<b>68</b>		

*\*per gli stranieri*

#### Esami a scelta consigliati se attivati:

Fieldwork and Sampling Activities in Extreme Environments (BIO/05)

Plants and fungi in extreme environments (BIO/01)

L'elevato numero di CFU assegnati alla tesi sono giustificati dalla sua natura educativa che include l'attività di tirocinio formativo congrue per durata ai crediti assegnati.

## Curriculum in “Astrobiology”

	Regolamento proposto	Settore	tipologia
<b>PRIMO ANNO</b>			
<b>Primo semestre</b>			
Introduction to Earth System Sciences	6	GEO/02	AFI
Microbiology of extreme environments	8	BIO/19	C amb.2
Extreme environments: Earth and Space	6	BIO/07	C amb.2
Astrochemistry and prebiotic process	6	CHEM/06	AFI
<b>Secondo semestre</b>			
Astrobotany	6	BIO/03	C amb.1
Biochemistry and molecular adaptation to extreme environments	8	BIO/10	C amb.2
Physiology and Nutrition in Space Conditions	6	BIO/09	C amb.3
Esame a scelta	6		
<b>TOTALE CFU I anno</b>	<b>52</b>		

<b>SECONDO ANNO</b>			
<b>Primo semestre</b>			
Microbial metabolism and planetary habitability	6	BIO/19	C amb.2
Emergence of life and exobiology	6	BIO/10	C amb.2
Omics data analysis	6	BIO/18	C amb.2
Esami a scelta	6		
Tesi	14		
<b>Secondo semestre</b>			
Tesi	24		
Altre Conoscenze/ <i>Lingua italiana*</i>	6		
<b>TOTALE CFU II anno</b>	<b>68</b>		

*\*per gli stranieri*

### Esami a scelta consigliati se attivati:

Fieldwork and Sampling Activities in Extreme Environments (BIO/05)

Plants and fungi in extreme environments (BIO/01)

L'elevato numero di CFU assegnati alla tesi sono giustificati dalla sua natura educativa che include l'attività di tirocinio formativo congrue per durata ai crediti assegnati.

## Allegato 2 - Schede insegnamenti

### Curriculum “Biological Resource”

I ANNO – I semestre

#### **Microbiologia degli ambienti estremi / Microbiology of extreme environments**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/19

**CFU:** 8

**Tipologia attività formativa:** C amb.2

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo mira a fornire le conoscenze relative alla vita microbica in ambienti estremi, ai suoi adattamenti e al ruolo degli estremofili nella ciclizzazione degli elementi, con particolare attenzione all'effetto sugli ecosistemi circostanti

**Programma sintetico (sillabo):** 1. Estremi della vita 2. Tipologie di estremofili 3. Produttività primaria chemolitotrofica 4. Principali vie metaboliche di ciclizzazione degli elementi 5. Ruolo microbico nei cicli biogeochimici 6. Principali gruppi estremofili 7. Ambienti termofili, ambienti psicrofili, ambienti iperacidi e alcalini, ambienti ipersalini 8. Simbiosi in ambienti estremi 9. Sopravvivenza microbica in condizione estreme e protezione planetaria

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Orale

#### **Introduzione alle scienze del sistema terra / Introduction to Earth System Science**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** GEO/02

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** AFI

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per descrivere e caratterizzare le relazioni e le interazioni tra atmosfera, biosfera, criosfera, idrosfera e litosfera, e spiegare come queste interazioni determinano le condizioni di abitabilità del pianeta ed i cambiamenti globali del clima e dei principali cicli biogeochimici su diverse scale temporali, da geologica (milioni di anni) ad antropica (da anni a secoli).

**Programma sintetico (sillabo):** 1. Introduzione allo studio del Sistema Terra: cambiamenti globali, sistemi autoregolati, bilancio energetico globale della Terra ed effetto serra. 2. La circolazione di energia ed elementi sulla Terra: circolazione atmosferica, circolazione oceanica, la criosfera, la tettonica delle placche e la circolazione della Terra solida. 3. Il riciclo degli Elementi: i cicli globali del carbonio e dei nutrienti. 4. La vita sulla Terra: metabolismo, ecosistemi e biodiversità. 5. L'origine della Terra e l'origine della vita. 6. Effetto della vita sull'atmosfera: la storia dell'ossigeno. 7. L'evoluzione della biodiversità nella storia geologica della Terra. 8. La regolazione di lungo termine del clima sulla Terra e gli estremi climatici del passato geologico. 9. Il riscaldamento globale: il clima recente e futuro della Terra. 10. La stabilità climatica e l'abitabilità della Terra e dei pianeti simili alla Terra.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** Conoscenze di base di Matematica, Fisica, Chimica, Biologia

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova scritta ed orale (discussione di un elaborato progettuale)

#### **Biodiversità e produttività primaria in ambienti estremi / Biodiversity and primary productivity in extreme environments**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/01

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C. amb.1

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per campionare, isolare, mantenere in coltura e identificare cianobatteri e microalghe estremofile ed estremo-tolleranti. Tali strumenti, corredati da esercitazioni in campo e da laboratori, consentiranno di acquisire le conoscenze di base richieste per approfondire le caratteristiche ecologiche e la gestione in laboratorio di tali organismi.

**Programma sintetico (sillabo):** Raccolta dei campioni e caratterizzazione fisico-chimica del sito di campionamento Isolamento e purificazione dei microrganismi fototrofi campionati. Preparazione terreni di coltura, Coltivazione su terreni liquidi ed agarizzati. Tecniche di isolamento. Caratterizzazione morfologica dei microrganismi Osservazioni in campo chiaro, contrasto di fase, DIC, Fluorescenza Uso delle chiavi dicotomiche per l'identificazione degli isolati Caratterizzazione ecofisiologica dei microrganismi. Test di laboratorio: growth-rate, resistenza a temperatura, pH, luce, salinità, fonti di azoto, crescita su substrati carboniosi organici (mixo ed eterotrofia), Test di attività fotosintetica



**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** conoscenze di Botanica generale ed algologia

**Modalità di accertamento del profitto:** scritto e prova pratica

**Chimica dei biopolimeri e dei metaboliti da ambienti estremi / Chemistry of Biopolymers and metabolites from Extreme Environments**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** CHIM/06

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** AFI

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze sulle principali classi di composti organici e sulla loro reattività in ambienti estremi. Saranno inoltre forniti agli studenti le conoscenze circa le metodologie avanzate per la purificazione e la caratterizzazione di biopolimeri e metaboliti provenienti da microrganismi estremofili. Il corso consentirà agli studenti di poter comprendere a livello molecolare la relazione struttura/attività, fondamentale per comprendere i meccanismi di adattamento alla vita negli ambienti estremi.

**Programma sintetico (sillabo):** Complementi di chimica organica inerenti agli ambienti estremi. (1 CFU). Biopolimeri presenti sulle membrane degli estremofili. (1 CFU). Metaboliti secondari da microrganismi estremofili. (1.5 CFU). Metodologie per la purificazione e la caratterizzazione di biomolecole da estremofili. (2.5 CFU).

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** conoscenze basilari di chimica generale e di chimica organica

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale

**I ANNO – II semestre**

**Biochimica ed adattamenti molecolari agli ambienti estremi / Biochemistry and molecular adaptation to extreme environments**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/10

**CFU:** 8

**Tipologia attività formativa:** C.amb.2

**Obiettivi formativi:** Gli obiettivi formativi sono orientati sulla conoscenza delle basi molecolari della stabilità delle macromolecole alle condizioni estreme nonché ai meccanismi alla base dell'adattamento e della resilienza in ambienti ostili alla vita umana.

**Programma sintetico (sillabo):** Riepilogo di Fondamenti della Biochimica: principali interazioni tra molecole (legame idrogeno, interazioni ioniche, interazioni di van der Waals, interazioni idrofobiche). Struttura degli acidi nucleici: la doppia elica - parametri strutturali e forze stabilizzanti. Struttura terziaria. Processi di denaturazione degli acidi nucleici: ipercromismo - temperatura di fusione - denaturazione reversibile. Struttura delle Proteine: Proprietà chimiche degli amminoacidi. Livelli gerarchici strutturali. (1 CFU) Relazioni struttura/funzione delle macromolecole: denaturazione/rinaturazione delle proteine, effetti di temperatura, pH, forza ionica, pressione e denaturanti chimici (urea, guanidina, sodio dodecil-solfato, agenti riducenti). Metodi di studio della struttura tridimensionale e della stabilità delle proteine: cinetiche ed equilibri di denaturazione. Meccanismi di stabilizzazione intrinseci. Chaperonine e heat-shock proteins. Il folding delle proteine. Evoluzione delle proteine. Meccanismi di stabilizzazione degli acidi nucleici ed enzimi del riparo del DNA. Stabilizzazione dei metaboliti. (4 CFU) Enzimi. principi di cinetica ed equilibri di reazione, il modello di Michaelis-Menten e dello stato stazionario, trasformazioni dell'equazione di Michaelis-Menten. Catalisi enzimatica, il sito attivo, interazione e specificità con il substrato. Effetto del pH e della temperatura sulla velocità delle reazioni enzimatiche: concetti di termostabilità e termofilia. Misura e dosaggio dell'attività enzimatica. Espressione di enzimi da estremofili (3 CFU)

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale

### **Ecologia degli ambienti estremi / Ecology of extreme environments**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/07

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C amb.1

**Obiettivi formativi:** Le tematiche affrontate consentiranno agli studenti di apprendere le problematiche inerenti l'ecologia sistemica degli ambienti estremi. Ciò considerando anche il fatto che gran parte della letteratura riguardante gli ambienti estremi è, storicamente, indirizzata alla comprensione dei meccanismi fisiologici di adattamento a livello organismico, secondo gli indirizzi classici dell'autoecologia. L'approccio sinecologico permette di includere le conoscenze finora acquisite a livello autoecologico per spiegare la biodiversità quale elemento strutturale dell'ecosistema e, quindi, il suo significato nell'ambito della dinamica ecosistemica globale. In quest'ottica, quindi, gli obiettivi formativi saranno indirizzati verso la comprensione dei processi che guidano le relazioni trofiche ed influenzano la struttura e la dinamica spazio-temporale delle comunità.

**Programma sintetico (sillabo):** Gli approcci scientifici e metodologici allo studio degli ambienti estremi. - Ruolo dell'autoecologia nel definire gli ambiti strutturali della biodiversità. - Importanza delle scale spazio-temporali (e significato ecologico dei gradienti) e le loro influenza sulle dinamiche ecosistemiche. - Struttura delle più significative reti trofiche quale risultante della selezione ambientale sulla diversità. - La produttività e biodiversità degli ambienti estremi: alcuni esempi (ambienti polari, Artide e Antartide; ambienti mediterranei, le saline, deep-sea).

**Inserisci Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** conoscenze di ecologia di base

**Modalità di accertamento del profitto:** Orale

### **Microbiologia applicata degli estremofili / Applied microbiology of extremophiles**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/19

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C amb. 2

**Obiettivi formativi:** Le tematiche affrontate nel corso forniscono allo studente una panoramica degli ambiti applicativi degli estremofili con particolare attenzione al loro utilizzo in ambito ambientale e in ambito industriale e biomedico, sia in ottica storica che esplorativa futura

**Programma sintetico (sillabo):** 1. Introduzione alle applicazioni microbiologiche 2. Storia della termofilia 3. Applicazioni degli estremofili 4. Case Study: Scoperta della taq polimerasi 5. Esempi di applicazioni di termofili 6. Esempi di applicazioni degli psicrofili 7. Esempi di applicazioni di alofili 8. Biomolecole estremofile 9. Principi di biomining e drug discovery 10. Tecniche e approcci al biomining

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Orale

## **II ANNO – I semestre**

### **Ambienti estremi e salute pubblica / Extreme environments and public health**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** MED/42 – Igiene generale e applicata

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** AFI

**Obiettivi formativi:** Conoscenza di base e specialistica degli ambienti estremi e le loro implicazioni sulla salute pubblica; igiene degli ambienti estremi; capacità di correlare gli argomenti sviluppati nel corso, di valutare e comunicare il rischio per la salute pubblica, sviluppo di abilità di problem solving e pensiero critico.

**Programma sintetico (sillabo):** - Richiami di igiene 1 CFU; - strategie di campionamento, acquisizione dei dati e presentazione 1 CFU; - epidemiologia, fattori di rischio e modelli 1 CFU; igiene ed ambienti estremi 1 CFU; ambienti estremi e salute pubblica 1 CFU; casi di studio (sistemi termali; sistemi di collettamento delle acque reflue; sistemi di idrosanitari e di condizionamento dell'aria; antibiotico resistenza) 1 CFU

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** scritto e orale

### **Identificazione e applicazioni di enzimi estremofili / Discovery and applications of extremophilic enzymes**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/10

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** c.amb.2

**Obiettivi formativi:** Gli obiettivi formativi sono orientati sulla conoscenza degli approcci volti all'identificazione di enzimi estremofili, alla loro applicazione e all'indagine biochimica per la caratterizzazione di catalizzatori biologici identificati in ambienti estremi.

**Programma sintetico (sillabo):**

Fondamenti di Bioinformatica e analisi di sequenze: Gestione, manipolazione ed analisi di sequenze nucleiche ed amminoacidiche in silico (file fasta, genebank, sequenze ottenute mediante NGS). I principali strumenti di analisi di sequenza. Banche dati strutturali e funzionali. Creazione di banche dati ad hoc. Predizioni di struttura. (1.5 CFU)

Approcci di enzyme discovery da ambienti estremi: Identificazione genomica e metagenomica in silico di enzimi estremofili (Campionamento, strategie di sequenziamento, assemblaggio, predizione genica ed annotazione funzionale). Identificazione funzionale di enzimi estremofili. (2 CFU) Caratterizzazione e applicazioni di enzimi estremofili: Clonaggio, espressione, purificazione e caratterizzazione strutturale e funzionale di enzimi estremofili. Ingegneria di enzimi da ambienti estremi ed esempi da letteratura. Principali applicazioni degli enzimi estremofili (polimerasi, lipasi, glicosidasi, deidrogenasi e proteasi). (2.5 CFU)

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** 1) Biochimica ed adattamenti molecolari agli ambienti estremi - Biochemistry and molecular adaptation to extreme environments; 2) Microbiologia applicata degli estremofili - Applied microbiology of extremophiles

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale / oral examination.

### **Analisi di Dati Omici / Omics Data Analysis**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/18

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C.amb.1

**Obiettivi formativi:** Lo studente dovrà essere in grado di dimostrare la piena conoscenza degli argomenti trattati nel programma del corso e di essere in grado di produrre un assembly trascrittomico di un organismo estremofilo, un'annotazione completa del trascrittoma assemblato e un'analisi di espressione differenziale, utilizzando dati da database pubblici. Sono previste lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio di informatica.

**Programma sintetico (sillabo):** Principi di statistica applicata all'analisi di dati e next-generation sequencing con il software statistico R. Introduzione alle scienze omiche con particolare riguardo alla genomica, proteomica e trascrittomica. Il sequenziamento del DNA, tecniche classiche e moderne di high-throughput next-generation sequencing (NGS). Principi di base per l'assembly e l'analisi in silico di genomi e trascrittomi; la trascrittomica per l'identificazione genica e per lo studio dell'espressione genica in specie non modello. Esempi di studi su organismi estremofili. Basi di dati da NGS e loro analisi in sistemi operativi Linux. Case study: dati di trascrittomica: organizzazione, gestione ed analisi. Sviluppo di un progetto di analisi trascrittomica con dati disponibili in database pubblici di organismi estremofili: dal download dei dati all'assembly di un trascrittoma di riferimento e interpretazione.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale, prova pratica in laboratorio di informatica

## **Attività a scelta**

### **Piante e funghi di ambienti estremi - Plants and Fungi in Extreme Environments**

**Settore Scientifico – Disciplinare:** BIO/01

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** a scelta

**Obiettivi formativi:** Conoscenza delle strategie adattative delle piante e dei funghi agli ambienti estremi.

**Programma sintetico (sillabo):**

Germinazione, crescita e riproduzione delle piante negli ambienti estremi. Adattamenti morfo-fisiologici delle piante agli ambienti estremi. Adattamenti morfo-fisiologici delle piante alle condizioni nutrizionali estreme.

Sistematica e filogenesi dei funghi estremofili (Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota).

Adattamenti morfo-fisiologici dei funghi agli ambienti estremi: funghi delle zone aride, funghi adattati a temperature estreme.

Licheni adattati a condizioni estreme: morfologia, anatomia e riproduzione. I licheni e la colonizzazione di nuovi ambienti.

Successioni biologiche in condizioni estreme. Le comunità vegetali in ambienti estremi.

**Esami propedeutici:** nessuno  
**Prerequisiti:** Conoscenze di Botanica generale  
**Modalità di accertamento del profitto:** Esame scritto e orale

**Attività di campo e campionamento in ambienti estremi - Fieldwork and Sampling Activities in Extreme Environments**

**Settore Scientifico – Disciplinare:** BIO/05

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** a scelta

**Obiettivi formativi:** L'obiettivo principale di questo corso è quello di consentire l'acquisizione di una conoscenza di base sulle principali metodiche di monitoraggio degli organismi nonché la raccolta di reperti, per una successiva analisi, da ambienti estremi o che creano condizioni adattative estreme per i suoi abitanti.

**Programma sintetico (sillabo):** Conoscenza delle diverse tipologie di approccio ai monitoraggi e repertanti in campo. Capacità di saper riconoscere le variabili che è necessario registrare in natura. Calibrazione del prelievo in ragione delle successive analisi, pianificazione. Metodi di reperimento invasivo e non invasivo. Conoscenza delle problematiche relative agli adattamenti degli ambienti estremi che si intende campionare. Strumentazione e condivisione del dato. Normative di riferimento.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale

**Astrophysics of life**

**Settore Scientifico – Disciplinare:** FIS/05

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** a scelta

**Obiettivi formativi:** il corso ha l'obiettivo di introdurre i concetti fondamentali ed i metodi dell'astrofisica moderna, come introduzione allo studio del problema della ricerca della vita nel Cosmo. Gli studenti affronteranno le principali teorie sulla formazione dell'Universo, delle stelle e dei pianeti ed i metodi dell'astrofisica contemporanea per lo studio degli ambienti cosmici potenzialmente ospitali per la vita (pianeti rocciosi, satelliti di pianeti giganti, comete). La parte finale del corso si concentra su alcuni problemi aperti dell'astrobiologia, come ad esempio la definizione delle condizioni astrofisiche per la vita, la ricerca astronomica dei traccianti della vita e dell'intelligenza nel Cosmo.

**Programma sintetico (sillabo):** Concetti base dell'astrofisica (misure di luminosità, misure di distanza, misure spettroscopiche, leggi di Kepler, legge di gravitazione

Cenni di cosmologia: modello cosmologico standard (dal Big Bang alla formazione del Sole).

Composizione chimica delle nubi molecolari e delle stelle

Formazione dei sistemi planetari. Formazione Composizione chimica delle nubi molecolari e delle stelle della Terra.

La ricerca e la caratterizzazione fisica dei pianeti extrasolari. Atmosfere degli esopianeti.

Abitabilità circumstellare e abitabilità galattica. Ambienti estremi nel Sistema Solare.

La ricerca delle tracce della vita nel sistema solare e nella Galassia

Alcuni problemi attuali di astrobiologia: efficienza della fotosintesi e radiazione stellare; oceani nel Sistema Solare (Encelado, Europa, Terra). Il progetto SETI

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** conoscenze di base di fisica e analisi matematica

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame scritto

# Curriculum in “Astrobiology”

## I ANNO – I semestre

### Microbiologia degli ambienti estremi / Microbiology of extreme environments

Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/19

CFU: 8

Tipologia attività formativa: C amb.2

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo mira a fornire le conoscenze relative alla vita microbica in ambienti estremi, ai suoi adattamenti e al ruolo degli estremofili nella ciclizzazione degli elementi, con particolare attenzione all'effetto sugli ecosistemi circostanti

**Programma sintetico (sillabo):** 1. Estremi della vita 2. tipologie di estremofili 3. Produttività primaria chemolitotoautotrofica 4. principali vie metaboliche di ciclizzazione degli elementi 5. ruolo microbico nei cicli biogeochimici 6. principali gruppi estremofili 7. ambienti termofili, ambienti psicrofili, ambienti iperacidi e alcalini, ambienti ipersalini 8. Simbiosi in ambienti estremi 9. Sopravvivenza microbica in condizione estreme e protezione planetaria

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** orale

### Introduzione alle scienze del sistema terra / Introduction to Earth System Science

Settore Scientifico - Disciplinare: GEO/02

CFU: 6

Tipologia attività formativa: AFI

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per descrivere e caratterizzare le relazioni e le interazioni tra atmosfera, biosfera, criosfera, idrosfera e litosfera, e spiegare come queste interazioni determinano le condizioni di abitabilità del pianeta ed i cambiamenti globali del clima e dei principali cicli biogeochimici su diverse scale temporali, da geologica (milioni di anni) ad antropica (da anni a secoli).

**Programma sintetico (sillabo):** 1. Introduzione allo studio del Sistema Terra: cambiamenti globali, sistemi autoregolati, bilancio energetico globale della Terra ed effetto serra. 2. La circolazione di energia ed elementi sulla Terra: circolazione atmosferica, circolazione oceanica, la criosfera, la tettonica delle placche e la circolazione della Terra solida. 3. Il riciclo degli Elementi: i cicli globali del carbonio e dei nutrienti. 4. La vita sulla Terra: metabolismo, ecosistemi e biodiversità. 5. L'origine della Terra e l'origine della vita. 6. Effetto della vita sull'atmosfera: la storia dell'ossigeno. 7. L'evoluzione della biodiversità nella storia geologica della Terra. 8. La regolazione di lungo termine del clima sulla Terra e gli estremi climatici del passato geologico. 9. Il riscaldamento globale: il clima recente e futuro della Terra. 10. La stabilità climatica e l'abitabilità della Terra e dei pianeti simili alla Terra.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** Conoscenze di base di Matematica, Fisica, Chimica, Biologia

**Modalità di accertamento del profitto:** Prova scritta ed orale (discussione di un elaborato progettuale)

### Ambienti estremi: Terra e spazio / Extreme environments: Earth and Space

Settore Scientifico - Disciplinare: BIO/07

CFU: 6

Tipologia attività formativa: C amb.1

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze di base per comprendere le problematiche relative alla vita e la possibilità di sopravvivere negli ambienti estremi sulla Terra e nello Spazio e rielaborare in maniera personale quanto appreso per formulare proprie ipotesi e descrivere concetti in maniera appropriata. Lo studente deve essere in grado, inoltre, di aggiornarsi o ampliare le proprie conoscenze attingendo autonomamente a testi ed articoli scientifici.

**Programma sintetico (sillabo):** La vita degli organismi viventi, i processi ecosistemici fondamentali, gli adattamenti degli organismi vegetali ed animali alle condizioni ambientali estreme è studiata in alcuni ambienti terrestri simili a quelli spaziali (e.g. deserti), caratterizzati da fattori di stress multipli. Particolare attenzione è rivolta alle strategie evolute dagli organismi per adattarsi alle condizioni di stress dei diversi habitat, alle interazioni ecologiche ed alle comunità tipiche di tali ambienti. La seconda parte del corso è specificamente focalizzata sull'ambiente extraterrestre, su fattori che impediscono la vita degli organismi nello spazio, tra cui microgravità e radiazioni ionizzanti, e su esperimenti finalizzati alla ricerca in ambito spaziale che coinvolgono organismi viventi per una ipotetica colonizzazione umana dello spazio. Nel corso viene, inoltre, discusso il contributo della ricerca spaziale nel campo degli studi ambientali e le possibili ricadute utili sulla terra.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** esame orale

### **Astrochimica e processi prebiotici / Astrochemistry and Prebiotic Processes**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** CHIM/06

**CFU:** 8

**Tipologia attività formativa:** AFI

**Obiettivi formativi:** Il percorso formativo del corso intende fornire agli studenti le conoscenze sui principali modelli e sistemi astrofisici, sulle principali classi di composti organici e sulla loro reattività in condizioni di rilevanza astrochimica. Saranno inoltre forniti agli studenti le conoscenze circa le metodologie avanzate per lo studio di reazioni di rilevanza astrochimica. Tali strumenti consentiranno agli studenti di cogliere le implicazioni della chimica dei sistemi complessi nei processi che hanno dato origine alla vita.

**Programma sintetico (sillabo):** Complementi di chimica organica di rilevanza astrochimica (1 CFU). Sistemi e modelli astrofisici, principali molecole organiche e loro rinvenimento (1 CFU). Le reazioni organiche di rilevanza astrochimica (1 CFU). Processi prebiotici e astrobiologia (3 CFU).

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** conoscenze basilari di chimica generale e di chimica organica

**Modalità di accertamento del profitto:** prova orale

## **I ANNO – Il semestre**

### **Astrobotanica / Astrobotany**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/03

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C amb. 1

**Obiettivi formativi:** Studio degli effetti di condizioni ambientali estreme (temperatura, luce, stress idrico, microgravità, ambienti confinati) su crescita e sviluppo di organismi vegetali.

**Programma sintetico (sillabo):** Fattori ambientali che influenzano la crescita delle piante; vivere in un ambiente ristretto; colture in vitro; metodi di coltivazione su diversi substrati; colture idroponiche; crescita delle piante in luce artificiale ed effetti della diversa intensità e qualità della luce; stress indotto dall'ambiente spaziale sulla crescita e lo sviluppo delle piante; ruolo della pianta nei Sistemi Bio-rigenerativi di Supporto Vitale; coltivazione in assenza di gravità; introduzione alla coltivazione delle piante in ambiente spaziale.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** Conoscenze di botanica generale, chimica generale, fisiologia vegetale ed ecologia.

**Modalità di accertamento del profitto:** esame orale

### **Biochimica ed adattamenti molecolari agli ambienti estremi / Biochemistry and molecular adaptation to extreme environments**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/10

**CFU:** 8

**Tipologia attività formativa:** C.amb.1

**Obiettivi formativi:** Gli obiettivi formativi sono orientati sulla conoscenza delle basi molecolari della stabilità delle macromolecole alle condizioni estreme nonché ai meccanismi alla base dell'adattamento e della resilienza in ambienti ostili alla vita umana.

**Programma sintetico (sillabo):** Riepilogo di Fondamenti della Biochimica: principali interazioni tra molecole (legame idrogeno, interazioni ioniche, interazioni di van der Waals, interazioni idrofobiche). Struttura degli acidi nucleici: la doppia elica - parametri strutturali e forze stabilizzanti. Struttura terziaria. Processi di denaturazione degli acidi nucleici: ipercromismo - temperatura di fusione - denaturazione reversibile. Struttura delle Proteine: Proprietà chimiche degli amminoacidi. Livelli gerarchici strutturali. (1 CFU) Relazioni struttura/funzione delle macromolecole: denaturazione/rinaturazione delle proteine, effetti di temperatura, pH, forza ionica, pressione e denaturanti chimici (urea, guanidina, sodio dodecil-solfato, agenti riducenti). Metodi di studio della struttura tridimensionale e della stabilità delle proteine: cinetiche ed equilibri di denaturazione. Meccanismi di stabilizzazione intrinseci. Chaperonine e heat-shock proteins. Il folding delle proteine. Evoluzione delle proteine. Meccanismi di stabilizzazione degli acidi nucleici ed enzimi del riparo del DNA. Stabilizzazione dei metaboliti. (4 CFU) Enzimi. principi di cinetica ed equilibri di reazione, il modello di Michaelis-Menten e dello stato stazionario, trasformazioni dell'equazione di Michaelis-Menten. Catalisi enzimatica, il sito attivo, interazione e specificità con il substrato. Effetto del pH e della temperatura sulla velocità delle reazioni enzimatiche: concetti di termostabilità e termofilia. Misura e dosaggio dell'attività enzimatica. Espressione di enzimi da estremofili (3 CFU)

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale

### **Fisiologia e nutrizione in condizioni spaziali / Physiology and Nutrition in Space Conditions**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/09

**CFU:** 8

**Tipologia attività formativa:** C amb.3

**Obiettivi formativi:** The course focuses on the adaptations of the human body to extreme conditions, specifically in space. The goal is to deal with physiological changes of organs and tissues in microgravity conditions. In addition, it will be described how nutrition affects the proper functioning of the body and what are the nutritional standards to be applied in space conditions.

**Programma sintetico (sillabo):** Part.1 Space physiology: the metabolic changes in organs and tissues physiology in space conditions Bone and muscle loss, Endocrine system and gastrointestinal functions during space missions, Cardiovascular health in space, Iron metabolism during space flight, Oxidative stress and immune changes in space flights. Part 2. Nutrition: nutrition in space. Food selection and spaceflights, Space food on space mission: energy, macronutrients supply and effects of space flight, Fluid and electrolyte metabolism, Vitamins, mineral.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** Knowledge of cell physiology, nutrition physiology, physics and chemistry

**Modalità di accertamento del profitto:** writing+oral examination

## **II ANNO – I semestre**

### **Metabolismi microbici e abitabilità planetaria / Microbial metabolism and planetary habitability**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/19

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C amb. 2

**Obiettivi formativi:** Il corso fornisce una conoscenza dettagliata dell'interazione tra la diversità metabolica microbica e i suoi effetti su scala planetaria, con particolare enfasi sugli aspetti di mantenimento dell'abitabilità su scale geologiche

**Programma sintetico (sillabo):** 1. Processi microbici su scala planetaria. 2. Interazioni microbi-geologia. 3. Gas e volatilizzazione degli elementi. 4. Effetti del metabolismo microbico sulla composizione dell'atmosfera e gli oceani. 5. Interazioni microbi-minerali. 6. Abitabilità e metabolismi microbici. 7. Effetti del metabolismo microbico sulla stabilità del clima. 8. Emergenza bottleneck vs Gaian bottleneck dell'abitabilità. 9. Esempi di feedback geo-bio in deep-time. 10. Metabolismo microbico e subduzione. 11. Vita possibile su pianeti extrasolari. 12. Case study: Marte 13. Terraforming

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** orale

### **Origine della vita ed esobiologia – Emergence of life and exobiology**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/10

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C.amb.2

**Obiettivi formativi:** Gli obiettivi formativi sono orientati sulla conoscenza dei fattori chimico-fisici e biologici connessi all'origine ed evoluzione della vita nonché all'abitabilità (ovvero alla propensione alla comparsa e alla sopravvivenza di organismi viventi) al di fuori della Terra e del sistema Solare e delle tecniche in uso per individuare ed analizzare eventuali forme di vita esoplanetarie.

**Programma sintetico (sillabo):** Origine della vita: concetti introduttivi e confronto delle ipotesi sull'origine ed evoluzione della vita (modelli del prima il metabolismo, prima i geni, prima le vescicole). Evoluzione sulla terra: alberi filogenetici, analisi delle relazioni evolutive mediante analisi molecolare (omologhi, paraloghi, ortologhi e meccanismi di trasferimento genico orizzontale). Virus estremofili e origine della vita: isolamento ed identificazione di virus e plasmidi in ambienti estremi (metaviromica); interazione virus-ospite (CRISPR, genetica manipolativa); ruolo degli elementi genetici nell'evoluzione degli ospiti, analisi dei genomi virali, identificazione dei "core genes" nell'ambito delle diverse famiglie di genomi virali. (4 CFU)

Esobiologia: Concetto di biosignatures e di abitabilità planetaria; classificazione delle biosignatures: gassose, superficiali (fotosintesi e pigmenti) e con oscillazione temporale. Concetti introduttivi al sample return (limitazioni tecniche, temporali e procedurali); identificazione dei siti e dei metodi di campionamento: confronti con i campionamenti terrestri; metodi di analisi dei campioni aspetti tecnici e procedurali. (2 CFU)

**Esami propedeutici:** nessuno  
**Prerequisiti:** nessuno  
**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale

### **Analisi di Dati Omici / Omics Data Analysis**

**Settore Scientifico - Disciplinare:** BIO/18

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** C.amb.1

**Obiettivi formativi:** Lo studente dovrà essere in grado di dimostrare la piena conoscenza degli argomenti trattati nel programma del corso e di essere in grado di produrre un assembly trascrittomico di un organismo estremofilo, un'annotazione completa del trascrittoma assemblato e un'analisi di espressione differenziale, utilizzando dati da database pubblici. Sono previste lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio di informatica.

**Programma sintetico (sillabo):** Principi di statistica applicata all'analisi di dati e next-generation sequencing con il software statistico R. Introduzione alle scienze omiche con particolare riguardo alla genomica, proteomica e trascrittomica. Il sequenziamento del DNA, tecniche classiche e moderne di high-throughput next-generation sequencing (NGS). Principi di base per l'assembly e l'analisi in silico di genomi e trascrittomi; la trascrittomica per l'identificazione genica e per lo studio dell'espressione genica in specie non modello. Esempi di studi su organismi estremofili. Basi di dati da NGS e loro analisi in sistemi operativi Linux. Case study: dati di trascrittomica: organizzazione, gestione ed analisi. Sviluppo di un progetto di analisi trascrittomica con dati disponibili in database pubblici di organismi estremofili: dal download dei dati all'assembly di un trascrittoma di riferimento e interpretazione.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame orale, prova pratica in laboratorio di informatica

## **Attività a scelta**

### **Piante e funghi di ambienti estremi - Plants and Fungi in Extreme Environments**

**Settore Scientifico – Disciplinare:** BIO/01

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** a scelta

**Obiettivi formativi:** Conoscenza delle strategie adattative delle piante e dei funghi agli ambienti estremi.

**Programma sintetico (sillabo):** Germinazione, crescita e riproduzione delle piante negli ambienti estremi. Adattamenti morfo-fisiologici delle piante agli ambienti estremi. Adattamenti morfo-fisiologici delle piante alle condizioni nutrizionali estreme.

Sistematica e filogenesi dei funghi estremofili (Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota).

Adattamenti morfo-fisiologici dei funghi agli ambienti estremi: funghi delle zone aride, funghi adattati a temperature estreme.

Licheni adattati a condizioni estreme: morfologia, anatomia e riproduzione. I licheni e la colonizzazione di nuovi ambienti.

Successioni biologiche in condizioni estreme. Le comunità vegetali in ambienti estremi.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** Conoscenze di Botanica generale

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame scritto e orale

### **Attività di campo e campionamento in ambienti estremi - Fieldwork and Sampling Activities in Extreme Environments**

**Settore Scientifico – Disciplinare:** BIO/05

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** a scelta

**Obiettivi formativi:** L'obiettivo principale di questo corso è quello di consentire l'acquisizione di una conoscenza di base sulle principali metodiche di monitoraggio degli organismi nonché la raccolta di reperti, per una successiva analisi, da ambienti estremi o che creano condizioni adattative estreme per i suoi abitanti.

**Programma sintetico (sillabo):** Conoscenza delle diverse tipologie di approccio ai monitoraggi e repertanti in campo. Capacità di saper riconoscere le variabili che è necessario registrare in natura. Calibrazione del prelievo in ragione delle successive analisi, pianificazione. Metodi di reperimento invasivo e non invasivo. Conoscenza delle problematiche relative agli adattamenti degli ambienti estremi che si intende campionare. Strumentazione e condivisione del dato. Normative di riferimento.

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** nessuno



**Astrophysics of life**

**Settore Scientifico – Disciplina:** FIS/05

**CFU:** 6

**Tipologia attività formativa:** a scelta

**Obiettivi formativi:** il corso ha l'obiettivo di introdurre i concetti fondamentali ed i metodi dell'astrofisica moderna, come introduzione allo studio del problema della ricerca della vita nel Cosmo. Gli studenti affronteranno le principali teorie sulla formazione dell'Universo, delle stelle e dei pianeti ed i metodi dell'astrofisica contemporanea per lo studio degli ambienti cosmici potenzialmente ospitali per la vita (pianeti rocciosi, satelliti di pianeti giganti, comete). La parte finale del corso si concentra su alcuni problemi aperti dell'astrobiologia, come ad esempio la definizione delle condizioni astrofisiche per la vita, la ricerca astronomica dei traccianti della vita e dell'intelligenza nel Cosmo.

**Programma sintetico (sillabo):** Concetti base dell'astrofisica (misure di luminosità, misure di distanza, misure spettroscopiche, leggi di Kepler, legge di gravitazione

Cenni di cosmologia: modello cosmologico standard (dal Big Bang alla formazione del Sole.

Composizione chimica delle nubi molecolari e delle stelle

Formazione dei sistemi planetari. Formazione Composizione chimica delle nubi molecolari e delle stelle della Terra.

La ricerca e la caratterizzazione fisica dei pianeti extrasolari. Atmosfere degli esopianeti.

Abitabilità circumstellare e abitabilità galattica. Ambienti estremi nel Sistema Solare.

La ricerca delle tracce della vita nel sistema solare e nella Galassia

Alcuni problemi attuali di astrobiologia: efficienza della fotosintesi e radiazione stellare; oceani nel Sistema Solare (Encelado. Europa, Terra). Il progetto SETI

**Esami propedeutici:** nessuno

**Prerequisiti:** conoscenze di base di fisica e analisi matematica

**Modalità di accertamento del profitto:** Esame scritto

## **ALLEGATO C (Prova Finale)**

### **Caratteristiche della prova finale**

La laurea magistrale in “Biologia degli ambienti estremi” si consegue dopo aver superato una prova finale che consiste nella discussione dei risultati conseguiti durante attività svolte in un laboratorio di ricerca, sia all’interno delle strutture universitarie, sia presso centri di ricerca, aziende o enti esterni, anche internazionali, secondo le modalità stabilite dal CCS. L’espletamento di una prova finale comprende la stesura di un elaborato originale in lingua inglese da parte dello studente e sotto la guida di un relatore in cui vengano riportati i risultati della ricerca scientifica o tecnologica effettuata. La discussione della tesi avverrà alla presenza di una commissione all'uopo nominata e potrà prevedere l'utilizzo di sussidi audiovisivi. Per l'ammissione alla prova finale lo studente deve aver conseguito tutti i crediti formativi, previsti dall'ordinamento didattico del corso esclusi quelli riservati alla prova finale.

### **Valutazione conclusiva**

La Commissione giudicatrice della prova finale, costituita secondo quanto disposto dal comma 7 dell’art. 29 del RDA, accertatone il superamento, stabilisce il voto di laurea, espresso in centodecimi, tenendo conto del curriculum, dell’elaborato di tesi e dell’esposizione.