



Calendario degli insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)

Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore e (CFU)	Breve descrizione	Anno e periodo di erogazione
Analisi e interpretazione di dati chimico-fisici	30 (6)	<p>Il corso prevede di fornire i fondamenti teorici necessari per potere utilizzare gli strumenti statistici per l'analisi dei dati chimico-fisici ottenuti da misurazioni.</p> <p>Il corso è strutturato in due parti introduttive sui metodi statistici di base e una parte dedicata a metodi statistici avanzati applicati su "test-case" di interesse geologico e/o biologico.</p> <p>Al termine del corso, è previsto un colloquio finale (cada studente) per la valutazione del grado di apprendimento degli argomenti trattati.</p> <p>ARGOMENTI</p> <p>Parte prima – Teoria ed esercitazioni (6 ore):</p> <ul style="list-style-type: none">- Introduzione al concetto di errore: errori di lettura di scale, errori nelle misure ripetibili.- Rappresentazione degli errori: stima migliore, discrepanza, errori relativi.- Propagazione degli errori.- Analisi statistica degli errori casuali: media, varianza e deviazione standard.- La distribuzione di Gauss o normale. Media, mediana, moda. <p>Parte seconda – Teoria ed esercitazioni (8 ore):</p> <ul style="list-style-type: none">- Rigetto di dati e medie pesate- Metodo dei minimi quadrati- Covarianza e correlazione; analisi dei residui, bontà di adattamento- Frequenza cumulata <p>Parte terza – Teoria ed esercitazioni (16 ore):</p> <ul style="list-style-type: none">-Analisi di coppie correlate di dati tramite grafici di frequenza cumulata e threshold.-Threshold regression analysis. Costruzione e uso dei grafici: change point, likelihood e frequency.-Elementi di analisi multivariata: matrice di correlazione, analisi delle componenti principali (PCA).	I anno Dal 06.02.2024 al 28.03.2024
Google Earth Engine: the new cloud-based platform for geospatial big data treatment	15 (3)	<p>Il corso si propone di iniziare gli studenti alla piattaforma Google Earth Engine (GEE) e alla sua applicazione al monitoraggio ambientale. Nello specifico, dopo una breve introduzione relativa al funzionamento di base dell'ambiente di elaborazione e ai dati di osservazione della terra, il corso si focalizzerà sull'analisi di casi studio pratici desunti dagli ambiti delle scienze naturali al fine di mostrare ed enfatizzare le enormi potenzialità e i possibili campi di applicazione.</p> <p>Di seguito, i principali argomenti trattati nel corso:</p> <p>Introduzione ai dati di osservazione della terra:</p> <ul style="list-style-type: none">- Approcci di acquisizione e caratteristiche dei dati associati;- Modelli dati raster e vettoriali;	I anno Dal 01.04.2024 Al 31.05.2024



		<ul style="list-style-type: none">- Effetti atmosferici, correzioni e sue implicazioni;- Risoluzione e loro compromessi: spaziale, spettrale, temporale e radiometrico. <p>Introduzione alla piattaforma GEE:</p> <ul style="list-style-type: none">- Esplorazione di GEE;- Code Editor;- Il data catalogue: esplorazione dei set di dati geospaziali utili nell'ambito delle scienze naturali implementati in GEE;- Uploading di dati vettoriali e raster acquisiti da sorgenti esterne;- Visualizzazione degli open-source global DEM (Modelli Digitali delle Elevazioni);- Visualizzazione dei dati multi-banda;- Manipolazione dei dati;- Export dei dati. <p>Fondamenti di GEE:</p> <ul style="list-style-type: none">- Capire e Manipolare un codice pre-compilato;- Sviluppo di funzioni personalizzate;- Sviluppo di un codice di analisi.- Esempi pratici inerenti le tematiche del corso di dottorato (Open-source global DEMs per l'analisi dei cambiamenti geomorfologici, Mappatura copertura del suolo, Analisi di Hybrid Coordinate Ocean Model, Water Temperature and Salinity (HYCOM) e climate engine app, etc.). <p>Al termine del corso, gli studenti dovranno scegliere un caso studio, inerente al proprio progetto di ricerca, da analizzare. I risultati dovranno essere dettagliati in un report e illustrati ai propri colleghi. Tutte le applicazioni saranno svolte in ambiente GEE mediante l'ausilio del linguaggio Javascript.</p>	
Approcci e metodi di valutazione ambientale e di ripristino degli habitat degradati C.I. (Modulo habitat marino-costieri e modulo habitat terrestri)	30 (6)	<p>Il corso integrato (modulo habitat marino-costieri, 15 ore; modulo habitat terrestri, 15 ore) si propone di introdurre gli studenti ai fondamenti teorici e pratici della valutazione della qualità ambientale degli habitat marino-costieri e terrestri e del loro ripristino. Il corso integrato prevede esercitazioni sul campo e in laboratorio.</p> <p>I principali argomenti del modulo habitat marino-costieri riguarderanno:</p> <p>Le Direttive europee per la tutela e la valutazione della qualità ambientale dell'ambiente marino. WFD e MSFD</p> <ul style="list-style-type: none">- Definizione di ripristino degli habitat degradati: obiettivi e quadro globale- Tecniche del ripristino in ambiente marino-costiero- Applicazioni: come impostare un progetto di ripristino- Casi studio <p>I principali argomenti del modulo habitat terrestri riguarderanno:</p> <ul style="list-style-type: none">- Introduzione alla Rete Ecologica Siciliana- La Rete Natura 2000, le specie e gli habitat di interesse comunitario e regionale a rischio di estinzione- Misure di conservazione per le specie e gli habitat terrestri- Applicazioni: teorie e tecniche di monitoraggio di habitat e specie vegetali terrestri- Casi studio <p>La verifica finale consisterà nella presentazione di un elaborato, da esporre ai docenti ed ai colleghi, su un progetto di valutazione/ripristino di un habitat/specie a scelta dello studente.</p>	I anno Aprile - Giugno 2024
Termografia ed interferometria in geomatica	15 (3)	<p>Il corso si propone di fornire ai dottorandi del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare gli strumenti teorici ed operativi per il trattamento e l'analisi di dati termografici ed interferometrici.</p>	I anno Giugno - Luglio 2024



		<p>Saranno espone le basi teoriche di termografia passiva e dell'interferometria differenziale, i metodi di ispezione termografica, le tecniche di elaborazione delle immagini termografiche e le tecniche di elaborazione delle coppie interferometriche. I dati termografici e le coppie interferometriche saranno elaborati con software dedicati ed open source.</p> <p>Più in dettaglio, termografia: termografia del sistema suolo vegetazione, termografia dei corpi idrici.</p> <p>- interferometria: determinazione delle frange interferometriche e dei piccoli spostamenti del territorio (dovute a frane, subduzioni, terremoti).</p> <p>Al termine del corso gli studenti dovranno produrre un report ed una presentazione da illustrare ai colleghi, con dati inerenti il proprio progetto di ricerca.</p>	
Tecnologie per l'esplorazione marina	15 (3)	<p>"Tecnologie per l'esplorazione marina" è un corso introduttivo sulle tecnologie utilizzate per esplorare l'ambiente marino e fornire informazioni che hanno implicazioni economiche, sociali ed ambientali. Tecniche specifiche sono infatti richieste per investigare il fondo e il sottofondo marino, i fluidi e l'ecosistema. La prima parte del corso fornisce una introduzione sulle tecniche utilizzate, come Multibeam, Sismica ad alta risoluzione, Side-Scan Sonar Carotieri a gravità etc. La seconda parte si concentra sulle applicazioni delle tecniche per identificare le forme dei fondali (es. frane, canyon, canali e conoidi, bocche idrotermali), ricostruire l'assetto stratigrafico-strutturale del sottofondo, riconoscere e mappare la distribuzione delle fanerogame marine. Il corso prevede delle esercitazioni con software specifici che permettono di visualizzare, elaborare ed interpretare i dati marini. Non sono richiesti prerequisiti.</p> <p>Obiettivi</p> <ul style="list-style-type: none">- Fornire concetti di base sulle tecniche di esplorazione marina;- Illustrare lo stato dell'arte delle tecnologie geofisiche utilizzate per esplorare gli oceani e gli strumenti di campionamento;- Illustrare software specifici per visualizzare, elaborare, integrare ed interpretare dataset marini. <p>Risultati attesi di apprendimento</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none">- Spiegare i concetti teorici di base sulle tecnologie utilizzate per l'esplorazione marina;- Conoscere gli strumenti e le tecniche utilizzate nell'esplorazione marina e le loro applicazioni;- Utilizzare software per analizzare, integrare e interpretare dati marini.	I anno Dal 1 Aprile al 15 Luglio 2024
Introduzione alla Biogeochimica C.I. (modulo I e modulo II)	30 (6)	<p>Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) si propone di introdurre gli studenti alle principali tematiche della biogeochimica, seguendo una metodologia didattica mista che include lezioni frontali, problem solving ed apprendimento esperienziale. Fra gli argomenti trattati nel modulo di geochimica:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sviluppo storico della Geochimica• Origine degli elementi e nucleosintesi;• Evoluzione della Terra (litosfera, atmosfera, idrosfera);• Evoluzione dei cicli biogeochimici; cicli biogeochimici dei macroelementi (es. carbonio, azoto, fosforo, zolfo). Il ruolo dei metabolismi microbici nelle trasformazioni degli elementi (metabolismo energetico e biosintetico) - in copresenza con la Prof. Quatrini;• Climate changes e Critical zones; microrganismi e gas serra; stoccaggio di C nel suolo e desertificazione	I anno Dal 15/05/2024 al 30/09/2024



		<p>• Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) prevede esercitazioni sul campo e in laboratorio: campionamento presso la foce di un fiume e presso aree termali; analisi dei campioni presso i laboratori del DiSTeM e dello STeBiCeF; interpretazione risultati;</p> <p>Al termine del corso gli studenti saranno invitati a produrre un elaborato da presentare ai colleghi, su un caso di studio o su una tematica inerente al loro progetto di ricerca.</p>	
Analisi statistica dei dati con R	30 (6)	<p>Il corso si propone di introdurre alle principali tecniche di indagine e di analisi statistica dei dati. L'obiettivo è di consentire allo studente di essere in grado di distinguere le diverse tipologie di dati; riconoscere la natura dei dati a disposizione per elaborarli correttamente; utilizzare i principali indici di sintesi statistici; essere in grado di studiare le relazioni tra due variabili, poter prendere decisioni in condizioni elementari di incertezza.</p> <p>Lo studente alla fine del corso avrà appreso i principi del metodo scientifico statistico e sarà in grado di analizzare i risultati di indagini statistiche attraverso l'uso del software statistico open source R. Gli argomenti affrontati includeranno:</p> <ul style="list-style-type: none">• Terminologia statistica e concetti introduttivi• Classificazione delle variabili e loro rappresentazione grafica• Indici di posizione e variabilità• Asimmetria• Distribuzione congiunta di due caratteri• Il test X²• Variabili aleatorie: Binomiale, Poisson e Gauss.• Verifica di ipotesi• La regressione lineare semplice <p>Al termine del corso gli studenti dovranno produrre un report con i dati inerenti al proprio progetto di ricerca. Le applicazioni verranno condotte tramite il linguaggio statistico R.</p>	I anno Dal 08.01.2024 al 31.01.2024
Modello geologico del sottosuolo: dalle geometrie affioranti a quelle profonde	30 (6)	<p>Verranno descritte le principali fasi di lavoro sul campo per la ricostruzione del modello geologico evolutivo e la costruzione di una carta geologica. Il corso prevede inoltre l'applicazione di metodi di base per la costruzione di modelli geologici del sottosuolo (2d e 3D) attraverso l'integrazione di dati di superficie, derivanti dalla lettura e dall'elaborazione di carte geologiche, con dati di sottosuolo derivanti sia da dati diretti (log di pozzi) che indiretti (sezioni geologiche bilanciate). Utilizzo di software dedicati per la costruzione di superfici e volumi rocciosi in ambiente 3D.</p> <p>Alcuni degli argomenti che saranno trattati sono:</p> <ul style="list-style-type: none">- Elementi geometrici lineari e puntuali nelle carte geologiche.- Contenuto tridimensionale delle carte geologiche.- La sezione geologica come strumento di base per modelli tridimensionali.- Attività sul campo: lettura della carta geologica sul campo. <p>Modalità d'esame: presentazione sintetica di un lavoro scientifico.</p>	I anno Dal 16.09.2024 al 30.09.2024
Approccio alla caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Confronti tra attuali e fossili C.I. (modulo I e modulo II)	30 (6)	<p>Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) si propone di descrivere le principali tecniche di caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Tale approccio si basa sull'osservazione delle rocce sedimentarie, dei loro costituenti e dei parametri indicativi dell'ambiente di formazione. Verranno descritti i principali parametri fisico chimici delle acque e come questi influiscono sulla sedimentazione in ambiente neritico e pelagico. Vedremo come le rocce sedimentarie registrano cambiamenti climatici che hanno portato in diversi casi ad estinzioni di massa di carattere globale. Saranno infine confrontati gli ambienti marini fossili con quelli attuali.</p>	I anno Settembre 2024
Introduzione ai modelli di nicchia ecologica	15 (3)	<p>I modelli di nicchia ecologica (ENM) sono una classe di metodi costruiti su una base di concetti ecologici fondamentali e</p>	I anno



		biogeografici sulla relazione tra le distribuzioni delle specie (utilizzando dati di abbondanza, presenza o altre variabili di risposta biotica che descrivono aspetti della biodiversità) e l'ambiente fisico (le variabili ambientali e antropiche che si ritiene influenzino la distribuzione delle specie). Gli ENM sono spesso utilizzati i) per stimare quali variabili influenzano la distribuzione delle specie nel loro habitat, ii) per stimare la probabilità di presenza delle specie in zone al di fuori della nostra area di studio, in base alle caratteristiche ambientali di questi ambienti, iii) per stimare i cambiamenti nell'idoneità dell'habitat nel tempo, dato uno specifico scenario di cambiamento ambientale e iv) come stime della nicchia fondamentale o realizzata della specie. I modelli di distribuzione delle specie basati sulla nicchia (SDM) sono modelli quantitativi ed empirici delle relazioni specie-ambiente, considerati tra gli strumenti più potenti e pratici per la previsione della presenza e distribuzione attuale e futura delle specie, e vengono spesso utilizzati nella gestione di specie problematiche (es. invasive) o di specie vulnerabili o in pericolo. Il corso propone un'introduzione, teorica e pratica, agli SDM, attraverso l'uso di alcuni dei principali algoritmi attualmente usati negli studi ecologici. Al termine del corso gli studenti saranno divisi in gruppi, ed ognuno di questi analizzerà un caso studio (che potrebbe anche rispecchiare il progetto di ricerca degli studenti). Il caso studio dovrà rispecchiare tutti i passaggi principali del processo scientifico (ipotesi, disegno di campionamento, variabili da includere, analisi e validazione del modello). I risultati dovranno essere illustrati ai propri colleghi.	Settembre 2024
Introduzione alle tecniche di modellizzazione termodinamica di sistemi geopetrologici e geochimici: teoria ed applicazioni	15 (3)	Il corso prevede un'introduzione alle tecniche computazionali di modellizzazione termodinamica di sistemi geopetrologici e geochimici. La struttura del corso consiste in una prima parte introduttiva generale alla termodinamica necessaria a questo tipo di modellizzazioni, una seconda parte in cui si illustrano alcune tecniche computazionali, ovvero alcuni programmi dedicati di grande diffusione, ed una terza parte fatta di esempi pratici al computer. ARGOMENTI Parte prima (5 ore) – Richiami di termodinamica e di semplici concetti quantomeccanici: Parte seconda (5 ore) – Excursus su alcuni software di modellizzazione quantomeccanica di minerali (come CRYSTAL, GULP, CP2K) e di modellizzazione termodinamica di sistemi di interesse geopetrologico (come Burnman) Parte terza – esempi pratici (5 ore): Calcolo di equazioni di stato, modellizzazione di reazioni mineralogiche di interesse geopetrologico, modellizzazione di frazionamenti isotopici.	I anno Giugno- luglio 2024
Il ruolo dei batteri nella trasformazione dei gas di origine geochimica	10 (2)	Il corso prevede una parte introduttiva in aula, della durata di 3 ore, sulle tecniche e metodi per esplorare la distribuzione, l'abbondanza e l'attività dei microbi in ambienti geotermali ed una escursione didattica di un giorno (7 ore) in un sito vulcanico o geotermale siciliano dove si condurranno rilievi e campionamenti.	I anno 27-31 maggio 2024
Metodi di Ecologia Numerica con R C.I. (modulo I e modulo II)	30 (6)	Il corso integrato (modulo I, 15 ore; modulo II, 15 ore) si propone di fornire un'introduzione all'ecologia numerica, attraverso esercizi pratici svolti con il linguaggio statistico R. Verrà presentata una gamma di tecniche statistiche e numeriche in ecologia, per aiutare sia a comprendere i metodi di analisi disponibili, ma anche per capire come sceglierli ed applicarli al fine di raggiungere obiettivi di ricerca specifici. Il corso si svilupperà in due fasi: una prima fase introduttiva del linguaggio R e delle principali tecniche di base di analisi statistica in ecologia; ed una seconda fase in cui verranno esaminati e	II anno Aprile 2025



		<p>sviluppati problemi specifici e propedeutici al percorso di dottorato.</p> <p>Alcuni degli argomenti che saranno trattati sono:</p> <ul style="list-style-type: none">- Basi del linguaggio R- Richiami di disegno sperimentale- Estrazione dei dati- Pulitura, preparazione di un dataset e dati mancanti- Esplorazione dei dati e visualizzazione- Tecniche di ordinamento e semplificazione dimensionale- Approcci specifici, propedeutici al percorso di dottorato	
Metodologie Statistiche nel Controllo Ambientale	30 (6)	<p>Il corso si pone come obiettivo di fornire le conoscenze delle principali metodologie statistiche e dei protocolli procedurali che regolano il trattamento dei dati scientifici nel monitoraggio ambientale.</p> <p>Nel dettaglio saranno approfonditi, anche attraverso applicazioni pratiche i seguenti argomenti, riguardanti le principali tecniche statistiche per il monitoraggio ambientale:</p> <ul style="list-style-type: none">- concetti di base delle tecniche chemiometriche- analisi delle componenti principali- analisi dei clusters- analisi di regressione multivariate <p>Modalità di esame: discussione di un caso studio, anche con il supporto di presentazione in powerpoint</p>	II anno Maggio – luglio 2025
Corso pratico per la costruzione di sensoristica open source volta all'acquisizione di variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino	15 (3)	<p>In una era in cui connettività digitale, smart city, Internet of things (IoT) e intelligenza artificiale pongono le basi per lo sviluppo sostenibile degli ambienti urbani, l'applicazione di tecnologie innovative digitali al compartimento ambientale (e in particolare a quello marino) costituisce un presupposto fondamentale per una gestione moderna efficace.</p> <p>Arduino è una piattaforma hardware e software open source di facile utilizzo e con infinite possibilità di lettura. In questo corso i dottorandi impareranno a utilizzare questa tecnologia per l'acquisizione di variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino, e a capire le sue potenzialità di utilizzo nella ricerca.</p> <p>Durante il corso, gli studenti, dopo un'introduzione ad Arduino, verranno guidati attraverso una serie di schemi di cablaggio, nella realizzazione di un datalogger per acquisire dati ambientali e risposte fisiologiche. Inoltre, verranno fornite le basi per l'invio dei dati acquisiti su web database (es. MySQL database), nonché gli script per la lettura e visualizzazione di questi dati tramite l'uso di software R.</p> <p>Il corso prevede:</p> <ul style="list-style-type: none">• l'introduzione ad Arduino e potenziali applicazioni (2 ore);• utilizzo di sensori per acquisire variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino (4 ore);• la realizzazione di datalogger per l'acquisizione dei dati (3 ore);• invio dati in remoto, web database (2 ore);• la lettura e visualizzazione dati tramite open source software R (4 ore).	II anno Dal 10.01.2025 al 26.01.2025
Procedure e tecniche di analisi per la caratterizzazione mineralogico-petrografica di sedimenti provenienti da differenti ambienti deposizionali C.I. (modulo I e modulo II)	30 (6)	<p>Modulo I (15 ore):</p> <p>Il corso si propone di introdurre le principali procedure e tecniche di analisi volte alla caratterizzazione mineralogico-petrografica di sedimenti derivanti da differenti ambienti deposizionali. L'obiettivo è quello di fornire allo studente gli strumenti di base per il riconoscimento delle fasi mineralogiche, distribuite nelle varie frazioni granulometriche, attraverso una sequenza analitica adattabile a specifici ambiti di interesse. Ciò consentirà di interpretare al meglio i processi di formazione, comprese eventuali interazioni tra fasi cristalline, composti inorganici</p>	II anno Gennaio-Febraio 2025



		<p>amorfi o debolmente cristallini e biosfera. Tali argomenti verranno prima affrontati in generale, quindi in ambiti strettamente applicativi, possibilmente inerenti e funzionali ai temi di ricerca di interesse dello/degli studente/i.</p> <p>Modulo II (15 ore): Applicazione delle procedure e tecniche di analisi precedentemente affrontate su campioni di sedimenti. In particolare, verranno effettuate analisi granulometrica con separazione e determinazione quantitativa delle frazioni sabbiosa, siltosa e argillosa; osservazioni in microscopia ottica (luce riflessa e trasmessa polarizzata su materiale sciolto, mediante smear slides e consolidati in resina epossidica); analisi mineralogica qualitativa, semiquantitativa e quantitativa mediante diffrattometria a raggi X su polveri (XRPD); analisi qualitativa composti inorganici ed organici mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR); analisi colorimetrica dei sedimenti mediante colorimetria (spazio colore CIE L*a*b).</p> <p>La verifica finale consiste in una presentazione da esporre ai docenti ed ai colleghi su una tematica applicativa collegata al loro progetto di ricerca).</p>	
Analisi GIS per la previsione spaziale di forme del rilievo	15 (3)	<p>Il corso si propone di introdurre le principali tecniche di analisi GIS a partire da modelli digitali di elevazione (DEM), le variabili topografiche ed idrologiche estraibili dai DEM ed i metodi statistici utilizzati per la previsione spaziale delle forme del paesaggio. L'obiettivo è di consentire allo studente un utilizzo critico di tali tecniche nell'ambito della produzione di elaborati di ricerca.</p> <p>Gli argomenti trattati includono:</p> <ul style="list-style-type: none">- Tecnologia e banche dati GIS; principali software GIS- Principali operazioni su dati vector e grid- DEM e Terrain analysis- Analisi dell'idrologia superficiale a partire da DEM- Modellazione statistica dei fenomeni naturali e previsione spaziale delle forme del paesaggio. <p>Durante il corso saranno svolte applicazioni pratiche utilizzando software open source. Al termine del corso, gli studenti presenteranno le attività svolte.</p>	II anno Giugno 2025