

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	"Approccio alla caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Confronti tra attuali e fossili" <i>"Approach to the characterization of marine sedimentary environments. Comparisons between current and fossils"</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei concetti base di sedimentologia, geologia stratigrafica e petrografia <i>Knowledge of the basic concepts of sedimentology, stratigraphic geology and petrography</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b> Conoscenza dei principali ambienti sedimentari marini e loro processi sedimentari che ne controllano la genesi. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b> Capacità di applicare in autonomia i principali concetti della sedimentologia per l'analisi dei caratteri deposizionali di campioni di roccia macroscopici e di sezioni sottili. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di valutare le implicazioni che i dati sedimentologici hanno nella ricostruzione degli ambienti sedimentari del passato e come questi dati siano utili per conoscere gli ambienti sedimentari attuali. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Capacità di esporre i risultati delle analisi sedimentologiche anche ad un pubblico non esperto. Essere in grado di sostenere l'importanza ed evidenziare le ricadute ambientali ed industriali della sedimentologia. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento attraverso la consultazione delle pubblicazioni scientifiche e di libri inerenti al tema della sedimentologia.  <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of the main marine sedimentary environments and their sedimentary processes that control their genesis.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to independently apply the main concepts of sedimentology for the analysis of the depositional characteristics of macroscopic rock samples and thin sections.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to evaluate the implications that sedimentological data have in the reconstruction of past sedimentary environments and how these data are useful for understanding current sedimentary environments.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to present the results of sedimentological analyses even to a non-expert audience. Being able to support the importance and highlight the environmental and industrial implications of sedimentology.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update oneself through the consultation of scientific publications and books related to the topic of sedimentology.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento avviene attraverso un esame orale nel quale i dottorandi devono dimostrare di avere acquisito una conoscenza di base degli argomenti descritti nel programma, devono essere in grado di operare minimi collegamenti fra di loro e dimostrare di avere acquisito una limitata autonomia di giudizio; il linguaggio dovrà essere chiaro e scientifico. <i>The verification of the acquisition of learning outcomes takes place through an oral exam in which the PhD students must demonstrate that they have acquired a basic knowledge of the topics described in the program, must be able to make minimal connections between them and demonstrate that they have acquired a limited autonomy of judgment; the language must be clear and scientific</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Il corso si pone l'obiettivo di far sviluppare conoscenze avanzate sui processi sedimentari nei diversi sistemi deposizionali. Verranno sviluppati i principi di base della sedimentologia in sistemi sedimentari marini attraverso il confronto fra ambienti attuali e ambienti mesozoici della Tetide. Saranno previsti il riconoscimento e la classificazione dei principali costituenti delle rocce sedimentarie carbonatiche, il riconoscimento delle facies e microfacies. Infine saranno analizzati dettagliatamente i

	<p>diversi ambienti deposizionali attuali e fossili: piane tidali, lagune, margini biocostruiti e sabbiosi, scarpate, ambienti pelagici.</p> <p><i>The course aims to develop advanced knowledge on sedimentary processes in different depositional systems. The basic principles of sedimentology in marine sedimentary systems will be developed through the comparison between current environments and Mesozoic environments of the Tethys. The recognition and classification of the main constituents of carbonate sedimentary rocks, the recognition of facies and microfacies will be provided. Finally, the different current and fossil depositional environments will be analyzed in detail: tidal flats, lagoons, bioconstructed and sandy margins, slopes, pelagic environments.</i></p>																									
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="667 555 1045 589">ore</td> <td data-bbox="1045 555 1436 589">Lezione e laboratorio</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 589 1045 645">3</td> <td data-bbox="1045 589 1436 645">La sedimentazione in ambiente marino carbonatico</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 645 1045 701">6</td> <td data-bbox="1045 645 1436 701">Ambienti sedimentari marini attuali e fossili</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 701 1045 779">3</td> <td data-bbox="1045 701 1436 779">Riconoscimento macroscopico di campioni di rocce sedimentarie</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 779 1045 902">3</td> <td data-bbox="1045 779 1436 902">Riconoscimento delle microfacies sedimentarie carbonatiche attraverso l'osservazione di sezioni sottili.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 902 1045 936"></td> <td data-bbox="1045 902 1436 936"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 936 1045 969"><i>Hrs</i></td> <td data-bbox="1045 936 1436 969"><i>Frontal teaching and laboratory</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 969 1045 1003">3</td> <td data-bbox="1045 969 1436 1003"><i>Sedimentation in a carbonate marine environment</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 1003 1045 1059">6</td> <td data-bbox="1045 1003 1436 1059"><i>Current and fossil marine sedimentary environments</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 1059 1045 1115">3</td> <td data-bbox="1045 1059 1436 1115"><i>Macroscopic identification of sedimentary rock samples</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 1115 1045 1238">3</td> <td data-bbox="1045 1115 1436 1238"><i>Recognition of carbonate sedimentary microfacies through the observation of thin sections.</i></td> </tr> <tr> <td data-bbox="667 1238 1045 1254"></td> <td data-bbox="1045 1238 1436 1254"></td> </tr> </table>	ore	Lezione e laboratorio	3	La sedimentazione in ambiente marino carbonatico	6	Ambienti sedimentari marini attuali e fossili	3	Riconoscimento macroscopico di campioni di rocce sedimentarie	3	Riconoscimento delle microfacies sedimentarie carbonatiche attraverso l'osservazione di sezioni sottili.			<i>Hrs</i>	<i>Frontal teaching and laboratory</i>	3	<i>Sedimentation in a carbonate marine environment</i>	6	<i>Current and fossil marine sedimentary environments</i>	3	<i>Macroscopic identification of sedimentary rock samples</i>	3	<i>Recognition of carbonate sedimentary microfacies through the observation of thin sections.</i>			
ore	Lezione e laboratorio																									
3	La sedimentazione in ambiente marino carbonatico																									
6	Ambienti sedimentari marini attuali e fossili																									
3	Riconoscimento macroscopico di campioni di rocce sedimentarie																									
3	Riconoscimento delle microfacies sedimentarie carbonatiche attraverso l'osservazione di sezioni sottili.																									
<i>Hrs</i>	<i>Frontal teaching and laboratory</i>																									
3	<i>Sedimentation in a carbonate marine environment</i>																									
6	<i>Current and fossil marine sedimentary environments</i>																									
3	<i>Macroscopic identification of sedimentary rock samples</i>																									
3	<i>Recognition of carbonate sedimentary microfacies through the observation of thin sections.</i>																									



<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p> <p><b>ASSESSMENT METHODS</b></p>	<p>La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite lo sviluppo di un esercizio individuale, basato su dati propri dello studente o forniti dai docenti, con il quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.</p> <p><i>The assessment of the PhD students' achievement of the expected learning outcomes is carried out through the development of an individual assignment, based on either the student's own data or datasets provided by the instructors. The evaluation focuses on the level of knowledge of the topics covered, the ability to make connections between them, the clarity of presentation, and the use of scientific language.</i></p>
<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI</b></p> <p><b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b></p>	<p>Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti teorici e pratici per l'analisi statistica dei dati ecologici, con particolare riferimento all'utilizzo del linguaggio R. In particolare, il corso affronterà le principali tecniche di analisi univariata e multivariata applicate a dati di biodiversità e struttura delle comunità biologiche. Saranno inoltre fornite le competenze di base per la gestione, l'esplorazione e la visualizzazione di dati ecologici complessi, nonché per il calcolo e l'interpretazione di metriche di diversità e dissimilarità. Lo studente apprenderà a selezionare e applicare metodi statistici appropriati, con l'obiettivo di sviluppare analisi riproducibili e scientificamente fondate.</p> <p><i>The aim of the course is to provide students with both theoretical and practical tools for the statistical analysis of ecological data, with a particular focus on the use of the R programming language. Specifically, the course will cover the main univariate and multivariate techniques applied to biodiversity data and the structure of biological communities. Students will also acquire basic skills in managing, exploring, and visualizing complex ecological datasets, as well as in calculating and interpreting diversity and dissimilarity metrics. They will learn to select and apply appropriate statistical methods, with the goal of developing scientifically sound and reproducible analyses.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Gli argomenti trattati durante il corso includeranno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basi del linguaggio R</li> <li>- Richiami di disegno sperimentale</li> <li>- Estrazione dei dati</li> <li>- Pulitura, preparazione di un dataset e dati mancanti</li> <li>- Esplorazione dei dati e visualizzazione</li> <li>- Tecniche di ordinamento e semplificazione dimensionale</li> <li>- Approcci specifici, propedeutici al percorso di dottorato</li> </ul> <p><i>The topics covered by the course will include:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Basics of the R language</i></li> <li>- <i>Review of experimental design</i></li> <li>- <i>Data extraction</i></li> <li>- <i>Cleaning, preparing a dataset, and handling missing data</i></li> <li>- <i>Data exploration and visualization</i></li> <li>- <i>Ordination and dimensional simplification techniques</i></li> <li>- <i>Specific approaches preparatory to the doctoral program</i></li> </ul>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Laboratorio di statistica applicata in R <i>Applied statistics laboratory in R</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base di geografia fisica e geologia. <i>Basic knowledge of physical geography and geomorphology.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p><b>CONOSCENZA E CAPACITA' DI COMPRESIONE</b>  Al termine del corso lo studente avrà conoscenza degli strumenti basilari della statistica descrittiva e dei primi rudimenti della statistica inferenziale.</p> <p><b>CAPACITA' DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b>  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.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>  Lo studente sarà in grado raccogliere, organizzare, analizzare i dati relativi ad un fenomeno oggetto di studio e di interpretare i risultati di analisi statistiche appropriate.</p> <p><b>ABILITA' COMUNICATIVE</b>  Sapere trasmettere i risultati di un'analisi statistica di tipo descrittivo o di un'analisi di base di tipo inferenziale.</p> <p><b>CAPACITA' DI APPRENDIMENTO</b>  Lo studente 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.</p> <p><i>Knowledge and Understanding</i>  <i>By the end of the course, the student will understand the basic tools of descriptive statistics and introductory concepts of inferential statistics.</i></p> <p><i>Ability to Apply Knowledge and Understanding</i>  <i>The student will be able to identify different types of data, recognize their nature, and apply appropriate summary measures.</i></p> <p><i>Autonomy of Judgment</i>  <i>The student will be able to collect, organize, and analyze data related to a specific phenomenon and interpret the results of appropriate statistical analyses.</i></p> <p><i>Communication Skills</i>  <i>The student will be able to clearly present the results of descriptive or basic inferential statistical analyses.</i></p> <p><i>Learning Skills</i>  <i>The student will have learned the principles of the statistical scientific method and will be able to analyze statistical survey results using the open-source software R.</i></p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova orale, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.  <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through an oral test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Il corso si propone di introdurre gli studenti ai concetti fondamentali della statistica, sia descrittiva che inferenziale. Attraverso un approccio pratico e metodologico, mira a sviluppare la capacità di analizzare e interpretare dati, utilizzando strumenti statistici di base e il software R. L'obiettivo è fornire competenze utili per comprendere i fenomeni

	<p>osservabili, prendere decisioni fondate sui dati e comunicare efficacemente i risultati delle analisi.</p> <p><i>The course aims to introduce students to the fundamental concepts of both descriptive and inferential statistics. Through a practical and methodological approach, it seeks to develop the ability to analyze and interpret data using basic statistical tools and the R software. The objective is to provide skills that enable students to understand observable phenomena, make data-driven decisions, and effectively communicate the results of statistical analyses..</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>• 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 X<sup>2</sup> • Variabili aleatorie: Binomiale, Poisson e Gauss. • Verifica di ipotesi • La regressione lineare semplice</p> <p><i>- Statistical terminology and introductory concepts - Classification of variables and their graphical representation - Indexes of location and variability - Asymmetry - Joint distribution of two variables - The X<sup>2</sup> test - Random variables: Binomial, Poisson and Gaussian. - Hypothesis testing - Simple linear regression</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Analisi e interpretazione di dati chimico-fisici <i>Analysis and interpretation of physical-chemical data</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Nessuno <i>None.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</b> Conoscenza dei concetti fondamentali di teoria degli errori e metodi statistici di analisi dei dati. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Capacità di svolgere l'analisi di una collezione di dati attraverso l'ideonea metodologia statistica. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di interpretare il significato del risultato statistico in ambito geologico e biologico. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze nell'analisi statistica dei dati. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e materiale reperibile on-line. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of the basics concerning error theory and the statistical methodologies for data analysis.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to perform the analysis of a collection of data through the appropriate statistical methodology.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to interpret properly the statistical result in the field of geology and biology.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to communicate and pass on his knowledge on error theory and the statistical methodologies for data analysis in the field of geology and biology.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics discussed in the lectures by means of scientific works, books and web resources.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite un test scritto, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.  <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through a written test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti utili all'analisi, l'interpretazione e la corretta presentazione scientifica dei risultati ottenuti da una collezione di dati. Inoltre, saranno forniti allo studente gli strumenti base per analizzare anche più collezioni di dati, attraverso analisi multivariata, per la comprensione delle proprietà di sistemi geologici o biologici. <i>The main goal of the course is to provide the students with the scientific and methodological knowledge required to analyze, interpret and correctly expose the results elaborated from a data collection. Furthermore, the course aims to provide students the basics tools for the analysis of multiple data collection, through multivariate analysis, to handle the behavior of geological and biological systems.</i>
<b>PROGRAMMA</b>  <b>SYLLABUS</b>	Parte prima – (6 ore):  - 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.

Parte seconda – (8 ore):

- La distribuzione di Gauss o normale.
- Altri esempi di distribuzioni: Bernoulli, binomiale, Poisson,
- Rigetto di dati e medie pesate
- Metodo dei minimi quadrati
- Covarianza e correlazione
- Frequenza cumulata

Parte terza – (16 ore):

- Analisi di coppie correlate di dati tramite grafici di frequenza cumulata e threshold.
- Analisi polimodale.
- 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).

Part I – (6 hrs.):

- Introduction to error meaning: reading errors for single and replicated measurements.
- Error analysis: best value, discrepancy, absolute and relative errors.
- Errors propagation.
- Statistical analysis of random errors: average and standard deviation.

Part II – (8 hrs.):

- Gauss distribution.
- Normalization of the gaussian distribution.
- Further distributions: Bernoulli, binomial, Poisson.
- Spurious data and weighted averages
- Least squares regression.
- Covariance and correlation.
- mean, mode, median.
- Cumulative frequency.

Part III – (16 hrs.):

- Analysis of correlated pairs through cumulative frequency and threshold analysis: polymodal analysis.
- Threshold regression analysis. Change point, likelihood e frequency.
- Basics of multivariate analysis: correlation matrix, principal components analysis (PCA).

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Modello geologico del sottosuolo: dalle geometrie affioranti a quelle profonde <i>Subsurface geological modeling: from surface geometries to deep structures"</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei concetti di base di geologia strutturale e di rilevamento geologico <i>Knowledge of basic concepts of structural geology and geological survey.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b> Conoscenza delle geometrie ereditate dai processi deformativi e loro riconoscimento alla scala regionale; <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b> Capacità di comprendere la sequenza di processi di deformazione tettonica nell'evoluzione geologica di aree di catena; <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di correlare strutture tettoniche affioranti ai modelli geologici ricostruiti. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze nella costruzione di modelli geologici di sottosuolo ed esporre i risultati degli studi anche ad un pubblico non esperto. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e materiale reperibile on-line. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of the geometries inherited from deformation processes and their recognition at the regional scale.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to understand the sequence of tectonic deformation processes in the geological evolution of belt areas;</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to correlate outcropping tectonic structures to reconstructed geological models.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to communicate knowledge developed in the construction of subsurface geological models and to explain the results of the studies both specialist and non-specialist audiences.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics discussed in the lectures by means of scientific works, books and web resources.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova orale, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.  <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through an oral test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Obiettivo dell'insegnamento insegnare allo studente le principali fasi di lavoro necessari per la costruzione del modello geologico evolutivo attraverso l'applicazione di metodi di base per la costruzione di modelli geologici statici di sottosuolo (2d e 3D) integrando dati di superficie con dati di sottosuolo. Fornire le nozioni di base per l'utilizzo di software dedicati per la costruzione di superfici e volumi rocciosi in ambiente 3D.  <i>The main goal of the course is to provide the students with the scientific and methodological knowledge required to reconstruction the evolutionary geological model through the application of basic methods for the construction of static geological models of the subsurface (2D and 3D) integrating surface data with subsurface data. Provide the basic notions for the use of dedicated software for the construction of rock surfaces and volumes in a 3D environment.</i>

<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Elementi geometrici lineari e puntuali nelle carte geologiche.</li><li>- Contenuto tridimensionale delle carte geologiche.</li><li>- La sezione geologica come strumento di base per modelli tridimensionali.</li><li>- Attività sul campo: lettura della carta geologica sul campo.</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>- <i>Linear and punctual geometric elements in geological maps.</i></li><li>- <i>Three-dimensional content of geological maps.</i></li><li>- <i>The geological section as a basic tool for three-dimensional models.</i></li><li>- <i>Field activities: reading the geological map in the field.</i></li></ul>
--	--

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Termografia ed Interferometria in Geomatica <i>Thermography and Interferometry in Geomatics</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base sulla Termografia ed Interferometria nella Geomatica. <i>Knowledge of the Fundamentals of Thermography and Interferometry in Geomatics.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</b> Comprensione dei processi radiometrici alla base della termografia e dell'interferometria, con particolare riferimento alle loro applicazioni in ambito geomatico. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Capacità di svolgere analisi immagini di Osservazione della Terra. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di interpretare elaborazioni termografiche ed interferometriche. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze nell'analisi di dati termografici ed interferometrici ed esporre le analisi con il linguaggio della geomatica. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e portali web.  <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Understanding of the radiometric processes underlying thermography and interferometry, with particular emphasis on their applications in the field of geomatics.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Proficiency in the analysis and interpretation of satellite-based Earth Observation data.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Competence in the interpretation of thermographic and interferometric outputs within geospatial analysis workflows.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>The student will develop the ability to communicate their knowledge and skills in the analysis of thermographic and interferometric data, and to present their findings using the technical language of geomatics.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to independently update and deepen understanding of the topics covered in class through the consultation of scientific publications, academic texts, and web resources.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata mediante una prova scritta, composta da quesiti con risoluzione algebrica, domande a scelta multipla, quesiti a risposta aperta ed esercizi di elaborazione di immagini. La verifica ha l'obiettivo di valutare le competenze acquisite, la capacità di collegamento tra argomenti, e la proprietà del linguaggio scientifico.  <i>The assessment of doctoral students' acquisition of learning outcomes is conducted through a written examination, which includes algebraic problem-solving questions, multiple-choice items, open-ended questions, and exercises involving image processing. The purpose of the assessment is to evaluate the competencies acquired, the ability to integrate and relate different topics, and the appropriate use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	L'obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti necessari per l'elaborazione e l'interpretazione di immagini termiche e interferometriche, al fine di sviluppare competenze avanzate di elaborazione e analisi dei dati nel contesto della geomatica. Verranno affrontati i principi fondamentali dell'elettromagnetismo, indispensabili per comprendere il significato fisico di dati di Osservazione della Terra, con particolare attenzione al dominio emissivo e delle microonde dello spettro elettromagnetico, ai sensori termografici e ai radar ad apertura sintetica (SAR) per applicazioni di interferometria differenziale.

	<p><i>The objective of the course is to equip students with the necessary tools for the processing and interpretation of thermal and interferometric imagery, to develop advanced skills in data analysis within the field of geomatics. The course will cover the fundamental principles of electromagnetism essential for understanding the physical meaning of Earth Observation data, with particular focus on the emissive and microwave regions of the electromagnetic spectrum, thermographic sensors, and Synthetic Aperture Radar (SAR) systems for differential interferometry applications.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Il corso affronta due ambiti tematici della Geomatica: la Termografia e Interferometria. In Termografia si introducono i principi della radiazione elettromagnetica, con focus sullo spettro infrarosso, le leggi fisiche fondamentali (Planck, Wien, Stefan-Boltzmann, Kirchhoff), e le grandezze radiometriche. Si analizzano algoritmi di elaborazione termica (split window, multi-angle, canale singolo), modelli di misura con camere termiche, metodi per stimare l'emissività (termometro a contatto, nastro adesivo), e tecniche di calibrazione e ricampionamento delle immagini. Con l'Interferometria si introducono i principi della radiazione elettromagnetica, con focus sullo spettro delle microonde, e della polarizzazione. Vengono presentati sensori SAR, i principi dell'interferometria SAR (fase, ampiezza, scattering). Si approfondisce la tecnica D-InSAR: costruzione dell'interferogramma, componenti della fase, corregistrazione, srotolamento e filtraggio. Si discutono errori (decorrelazione, orbite, ambiente), con cenni all'interferometria multi-temporale (PSI, SBAS) e applicazioni pratiche (frane, subsidenze, infrastrutture).</p> <p><i>The course addresses two key thematic areas within Geomatics: Thermography and Interferometry. The thermography component introduces the fundamental principles of electromagnetic radiation, with a focus on the infrared spectrum, key physical laws (Planck, Wien, Stefan-Boltzmann, Kirchhoff), and radiometric quantities. It covers thermal image processing algorithms (split-window, multi-angle, single-channel), measurement models using thermal cameras, emissivity estimation methods (contact thermometer, emissive tape), and techniques for geometric calibration and image resampling. The interferometry topic explores the principles of electromagnetic radiation in the microwave domain and the concept of polarization. It presents SAR sensors and the foundational concepts of SAR interferometry, including phase, amplitude, and scattering mechanisms. The course delves into Differential SAR Interferometry (D-InSAR), addressing interferogram generation, phase components, image co-registration, phase unwrapping, and filtering. Sources of error, such as temporal decorrelation, orbital inaccuracies, and environmental variability, are discussed, along with an introduction to multi-temporal interferometric techniques (PSI, SBAS) and practical applications in landslide monitoring, land subsidence, and infrastructure assessment.</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Approcci e metodi di monitoraggio ambientale e di ripristino degli habitat e delle specie di interesse comunitario in ambito terrestre <i>Approaches and methods for environmental monitoring and for the restoration of habitats and species of Community interest in terrestrial environments.</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base di Botanica sistematica, Geobotanica e Ecologia del Paesaggio. <i>Knowledge of the basic contents of Systematic Botany, Geobotany, and Landscape Ecology..</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p><b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b>          Lo studente acquisisce conoscenze di base teoriche e pratiche relative alla valutazione della qualità ambientale degli habitat terrestri e alla conservazione della biodiversità. Comprende i principi fondamentali di gestione della Rete Natura 2000, le caratteristiche degli habitat e delle specie di interesse comunitario e regionale, nonché le principali misure di conservazione e tecniche di ripristino ecologico.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b>          Lo studente è in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare lo stato di conservazione di habitat e specie, progettare interventi di ripristino ecologico e campagne di monitoraggio. Le esercitazioni pratiche e le attività sul campo permettono di sviluppare competenze operative per affrontare casi reali.</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>          Lo studente sviluppa la capacità di valutare criticamente situazioni ambientali complesse, selezionare metodi e tecniche idonee per la conservazione o il ripristino e proporre soluzioni sostenibili, tenendo conto del contesto ecologico, normativo e territoriale.</p> <p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b>          Lo studente acquisisce la capacità di presentare e discutere in modo chiaro e strutturato un elaborato tecnico-scientifico relativo a un progetto di valutazione o ripristino o monitoraggio, anche davanti a interlocutori non esperti. È in grado di comunicare efficacemente risultati e proposte in ambito ambientale.</p> <p><b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b>          Lo studente è in grado di aggiornarsi autonomamente sugli argomenti trattati durante il corso, utilizzando fonti scientifiche, pubblicazioni tecniche e materiali disponibili online. Matura un approccio critico all'apprendimento continuo e all'approfondimento di temi legati alla gestione e conservazione degli ecosistemi terrestri.</p> <p><i><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b></i>  <i>The student acquires basic theoretical and practical knowledge related to the assessment of the environmental quality of terrestrial habitats and biodiversity conservation. They understand the fundamental principles of managing the Natura 2000 Network, the characteristics of habitats and species of community and regional interest, as well as the main conservation measures and ecological restoration techniques.</i></p> <p><i><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b></i>  <i>The student is able to apply the acquired knowledge to analyze the conservation status of habitats and species, design ecological restoration interventions, and plan monitoring campaigns. Practical exercises and field activities help develop operational skills to address real-world cases.</i></p> <p><i><b>MAKING JUDGMENTS</b></i>  <i>The student develops the ability to critically assess complex environmental situations, select appropriate methods and techniques for conservation or restoration, and propose sustainable solutions, taking into account ecological, regulatory, and territorial contexts.</i></p> <p><i><b>COMMUNICATION SKILLS</b></i>  <i>The student acquires the ability to clearly and coherently present and discuss a technical-scientific report on a project concerning evaluation,</i></p>

	<p><i>restoration, or monitoring, including to non-expert audiences. They are able to effectively communicate findings and proposals in the environmental field.</i></p> <p><b>LEARNING SKILLS</b>  <i>The student is capable of independently updating their knowledge on the topics covered during the course by consulting scientific sources, technical publications, and online materials. They develop a critical approach to continuous learning and deepening of issues related to the management and conservation of terrestrial ecosystems.</i></p>
<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p> <p><b>ASSESSMENT METHODS</b></p>	<p>La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite la realizzazione e la presentazione di un elaborato individuale riguardante un progetto di valutazione o ripristino di un habitat o di una specie, scelto dallo studente, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.</p> <p><i>The assessment of the learning outcomes achieved by the PhD students is carried out through the preparation and presentation of an individual report concerning a project for the evaluation or restoration of a habitat or species, chosen by the student. This report is used to evaluate the student's level of knowledge of the topics covered, their ability to make connections between them, their clarity of presentation, and their use of scientific language.</i></p>
<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI</b></p> <p><b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b></p>	<p>Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti le basi teoriche e pratiche per la valutazione della qualità ambientale degli habitat terrestri e per l'elaborazione di interventi di ripristino ecologico. Le attività didattiche includono lezioni frontali, esercitazioni in laboratorio e uscite sul campo, al fine di sviluppare competenze applicative nell'ambito della conservazione della biodiversità.</p> <p><i>The course aims to provide students with both theoretical foundations and practical skills for assessing the environmental quality of terrestrial habitats and planning ecological restoration actions. Teaching activities include lectures, laboratory work, and field exercises to develop applied competencies in biodiversity conservation.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Introduzione alla Rete Ecologica Siciliana; Rete Natura 2000: habitat e specie di interesse comunitario e regionale; Misure di conservazione per habitat e specie terrestri; Tecniche di traslocazione di specie rare e minacciate; Teorie e tecniche di monitoraggio per habitat e specie vegetali terrestri; Analisi di casi studio.</p> <p><i>Introduction to the Sicilian Ecological Network; Natura 2000 Network: habitats and species of community and regional interest; Conservation measures for terrestrial habitats and species; Translocation techniques for rare and threatened species; Theories and methods for monitoring terrestrial habitats and plant species; Case studies.</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Introduzione ai modelli di nicchia ecologica <i>Introduction to ecological niche models</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenze di base di ecologia e biogeografia, e familiarità con l'uso di dati spaziali e ambientali. È utile e fortemente consigliabile la conoscenza base di R. <i>Basic knowledge of ecology and biogeography, and familiarity with spatial and environmental data. A basic knowledge of R is useful and highly recommended.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b> Comprensione dei concetti fondamentali della nicchia ecologica e delle relazioni specie-ambiente. Capacità di distinguere tra approcci, dati e modelli nei contesti applicativi. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b> Capacità di costruire e valutare modelli predittivi di distribuzione delle specie, utilizzando dati ambientali, tratti funzionali e di presenza delle specie. Uso pratico di software e algoritmi per l'analisi di casi studio. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di scegliere criticamente dati, variabili e approcci modellistici in funzione dell'obiettivo scientifico. Valutazione dell'affidabilità dei modelli prodotti. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Capacità di presentare e discutere i risultati modellistici in contesti scientifici e multidisciplinari. Uso del linguaggio tecnico appropriato. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Sviluppo di competenze per apprendere in modo autonomo nuovi metodi modellistici e aggiornamenti nel campo dell'ecologia spaziale. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Understanding the key concepts of ecological niches and species–environment relationships. Ability to distinguish between approaches, data types, and models in applied contexts.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to build and evaluate predictive species distribution models using environmental data and species functional traits and occurrences. Practical use of software and algorithms for analyzing case studies.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to critically select data, variables, and modeling approaches based on scientific aims. Evaluation of model robustness and reliability.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to present and discuss modeling results in scientific and multidisciplinary contexts. Use of appropriate technical language.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Development of skills to autonomously learn new modeling methods and updates in spatial ecology.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La valutazione sarà basata su un progetto applicativo (analisi di un caso studio reale o simulato), una presentazione orale dei risultati e una breve discussione individuale per verificare l'effettiva comprensione del processo modellistico. <i>The assessment will be based on a project (real or simulated case study), an oral presentation of the results, and a short individual discussion to verify the actual understanding of the modeling process.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Il corso fornisce una base teorica e pratica sui modelli di distribuzione delle specie (SDM) e sulla modellizzazione della nicchia ecologica, strumenti fondamentali per studiare la relazione tra distribuzione delle specie e ambiente. Gli studenti apprenderanno i fondamenti concettuali, metodologici e computazionali degli SDM e applicheranno alcuni degli algoritmi più utilizzati per analizzare casi studio ecologici. <i>The course provides theoretical and practical foundations on species distribution models (SDM) and ecological niche modeling, key tools for investigating the relationship between species distribution and the environment. Students will learn conceptual, methodological, and computational basics of SDMs and apply widely used algorithms to real ecological case studies.</i>
<b>PROGRAMMA</b>  <b>SYLLABUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione ai modelli di nicchia ecologica e SDM (2 ore)</li> <li>• Tipi di dati ambientali: variabili ambientali, database disponibili, scelta e raccolta dati e creazione di file spaziali (2 ore).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipi di dati biologici: presenza, abbondanza, bias e pseudoassenze (2 ore)</li><li>• Algoritmi comuni (MaxEnt, GLM, Random Forest, ecc.) (2 ore)</li><li>• Applicazione, validazione dei modelli e metriche di performance (3 ore)</li><li>• Applicazione a casi studio individuale o piccoli gruppi e presentazione (4 ore)</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Introduction to ecological niche models and SDMs (2 hours)</i></li><li>• <i>Types of environmental data: environmental variables, available databases, data selection and collection, and creation of spatial files (2 hours)</i></li><li>• <i>Biological data types: presence, abundance, bias, and pseudo-absences (2 hours)</i></li><li>• <i>Common algorithms (MaxEnt, GLM, Random Forest, etc.) (2 hours)</i></li><li>• <i>Application, model validation and performance metrics (3 hours)</i></li><li>• <i>Application to case studies individually or in small groups and presentation (4 hours)</i></li></ul>
--	--

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Metodologie Statistiche nel Controllo Ambientale Statistical methodologies in the Environmental Control
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenze di base di applicazioni di statistica. Basic knowledge of statistics applications.
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO</b> <b>ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p>Conoscenza e comprensione          Capacità di riconoscere le tecniche statistiche e le procedure analitiche per la valutazione dei dati di monitoraggio ambientale</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione          Capacità di valutare le metodologie analitiche appropriate per la valutazione dei dati analitici attraverso l'uso delle principali tecniche statistiche e procedurali</p> <p>Autonomia di giudizio          Essere in grado di integrare i concetti forniti durante il corso e di discutere problematiche ambientali e dati reali.</p> <p>Abilità comunicative          Capacità di esporre i concetti acquisiti con un linguaggio scientifico appropriato.</p> <p>Capacità d'apprendimento          Capacità di trasferire le nozioni teoriche acquisite nella discussione di problemi ambientali reali</p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>          Ability to recognise statistical techniques and analytical procedures for the evaluation of environmental monitoring data</p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>          Ability to assess appropriate analytical methodologies for Evaluation of analytical data through the use of key statistical and procedural techniques.</p> <p><b>MAKING JUDGMENTS</b>          Being able to integrate the concepts provided during the course and to discuss environmental issues and real data.</p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS</b>          Being able to explain the concepts with appropriate scientific language</p> <p><b>LEARNING SKILLS</b>          Ability to apply theoretical concepts in the discussion of the real environmental problems.</p>
<b>VALUTAZIONE</b> <b>DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova orale, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra

	<p>essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.</p> <p>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through an oral test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</p>
<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI</b></p> <p><b><i>EDUCATIONAL OBJECTIVES</i></b></p>	<p>L'obiettivo del corso e' di fornire le conoscenze di base delle principali metodologie chimico-analitiche utilizzate nella valutazione dei dati di monitoraggio ambientale attraverso l'uso delle principali tecniche statistiche e dei protocolli procedurali.</p> <p>The objective of the course is to provide basic knowledge of the main chemical-analytical methodologies used in the evaluation of environmental monitoring data through the use of the main statistical techniques and procedural protocols</p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b><i>SYLLABUS</i></b></p>	<p>Tecniche statistiche per la convalida dei procedimenti analitici. Parametri statistici e strumenti di valutazione nel l'assicurazione della qualità del procedimento analitico. Concetti di base delle tecniche chemiometriche: analisi dei componenti principali - analisi multivariata - classificazione e metodi di regressione. Metodi analitici per il monitoraggio ambientale: studi di casi</p> <p>Statistical techniques for validation of analytical procedures. Statistical parameters and valuation tools in the quality assurance of the analytical procedure. Basic concepts of chemometric techniques: principal component analysis – multivariate analysis – classification, and regression methods. Relevant methods for environmental monitoring: case studies</p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Tecnologie per l'esplorazione marina <i>Marine Exploration Technologies</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base di geologia <i>Basic knowledge of geology.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE          Conoscenza sulle tecniche utilizzate per l'esplorazione dell'ambiente marino: fondo e sottofondo marino, fluidi e fanerogame.</p> <p>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE          Capacità di identificare le forme dei fondali (es. frane, canyon, seamount), ricostruire l'assetto stratigrafico-strutturale del sottofondo, riconoscere le fanerogame marine. Capacità di utilizzare software GIS per l'interpretazione di dati batimetrici e del sottofondo marino.</p> <p>AUTONOMIA DI GIUDIZIO          Capacità di comprendere le metodologie appropriate per specifici obiettivi di ricerca o applicazioni pratiche. Capacità di interpretare dati nel campo della geologia marina. Capacità di integrare dati provenienti da metodi diversi.</p> <p>ABILITÀ COMUNICATIVE          Capacità di esporre in modo chiaro e esaustivo con linguaggio scientifico i metodi utilizzati per l'esplorazione dell'ambiente marino. Capacità descrittiva delle morfologie del fondale marino, della distribuzione delle fanerogame e della stratigrafia e strutture del sottofondo marino.</p> <p>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO          Capacità di ri-elaborare autonomamente i concetti sviluppati durante le lezioni. Capacità di approfondimento degli argomenti trattati attraverso la lettura di articoli scientifiche, libri e materiale on-line.</p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>  <i>Knowledge of the techniques used for the exploration of the marine environment: seabed and sub-seabed, fluids, and seagrasses.</i></p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>  <i>Ability to identify seafloor features (e.g., landslides, canyons, seamounts), reconstruct the stratigraphic and structural framework of the sub-seafloor, and recognize marine seagrasses. Ability to use GIS software for the interpretation of bathymetric and sub-seafloor data.</i></p> <p><b>MAKING JUDGMENTS</b>  <i>Ability to understand the appropriate methodologies for specific research objectives or practical applications. Ability to interpret data in the field of marine geology. Ability to integrate data obtained from different methods.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS</b>  <i>Ability to clearly and comprehensively present, using scientific language, the methods employed for the exploration of the marine environment. Descriptive ability regarding seafloor morphologies, the distribution of seagrasses, and the stratigraphy and structures of the sub-seafloor.</i></p> <p><b>LEARNING SKILLS</b>  <i>Ability to independently re-elaborate the concepts developed during the lessons. Ability to deepen understanding of the topics covered through the reading of scientific articles, books, and online materials.</i></p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	L'apprendimento degli studenti sarà verificato attraverso una prova orale, finalizzata a valutare la comprensione degli argomenti trattati durante il corso, la capacità di esposizione, corretto uso del linguaggio tecnico-scientifico. <i>Student learning will be assessed through an oral examination to evaluate their understanding of the topics covered during the course, the presentation skills, and the correct use of technical-scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Gli obiettivi del corso sono: illustrare lo stato dell'arte delle tecnologie geofisiche utilizzate per esplorare l'ambiente marino e gli strumenti di campionamento (Multibeam, Sismica ad alta risoluzione, Side-Scan Sonar, Carotieri a gravità etc.); fornire concetti di base sulle tecniche; illustrare software specifici per visualizzare, analizzare, integrare ed interpretare dataset marini. <i>The objectives of the course are: to illustrate the state of the art of geophysical technologies used to explore the marine environment and sampling instruments (such as Multibeam, high-resolution Seismic, Side-Scan Sonar, gravity corers, etc.); to provide basic</i>

	<p><i>concepts on these techniques; and to introduce specific software for visualizing, analyzing, integrating, and interpreting marine datasets.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>2 ore: Introduzione sulle tecniche utilizzate nell'esplorazione marina (Multibeam, profilatore di corrente, magnetometro, Side Scan Sonar, sonda CTD, benna per campionare sedimenti, carotiere a gravità, vibrocarotiere, veicolo a comando remoto)</p> <p>2 ore: Metodo di indagine geofisica per la caratterizzazione del sottofondo marino: sismica a riflessione ad alta risoluzione. Sorgente sismica e idrofoni. Principi base.</p> <p>2 ore: Applicazioni delle tecniche acustiche per l'esplorazione dei fondali marini: Side Scan Sonar per la mappatura di fanerogame marine; sistema Multibeam per l'identificazione delle morfologie del fondo marino (es. frane, canyon, canali e conoidi, seamounts), metodo della sismica a riflessione per ricostruire l'assetto stratigrafico-strutturale del sottofondo marino.</p> <p>3 ore: esercitazione sull'interpretazione di dati morfo-batimetrici e di profili sismici a riflessione ad alta risoluzione mediante software GIS per la costruzione del modello geologico del fondo e sottofondo marino.</p> <p>6 ore: visita didattica alla strumentazione geofisica impiegata per l'esplorazione marina (strumentazione Sparker per l'acquisizione di profili sismici; Side Scan Sonar per l'acquisizione di immagini del fondale marino).</p> <p><i>2 hours: Introduction to the techniques used in marine exploration (Multibeam, current profiler, magnetometer, Side Scan Sonar, CTD instrument, grab sampler for sediments, gravity corer, vibrocorer, remotely operated vehicle).</i></p> <p><i>2 hours: Geophysical survey method for the characterization of the sub-seafloor: high-resolution reflection seismic. Seismic source and hydrophones. Basic principles.</i></p> <p><i>2 hours: Applications of acoustic techniques for seafloor exploration: Side Scan Sonar for mapping marine seagrasses; Multibeam system for identifying seafloor morphologies (e.g., landslides, canyons, channels and cones, seamounts); reflection seismic method for reconstructing the stratigraphic and structural framework of the sub-seafloor.</i></p> <p><i>3 hours: Practical exercise on the interpretation of morpho-bathymetric data and high-resolution reflection seismic profiles using GIS software for the construction of the geological model of the seafloor and sub-seafloor.</i></p> <p><i>6 hours: Educational visit to geophysical instrumentation used for marine exploration (Sparker system for the acquisition of seismic profiles; Side Scan Sonar for acquiring images of the seafloor).</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Approcci e metodi di valutazione ambientale e di ripristino degli habitat marino-costieri <i>Approaches and methods for environmental assessment and restoration of marine-coastal habitats</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base di Ecologia generale, con particolare riferimento alla struttura e funzionamento degli ecosistemi <i>Basic knowledge of general Ecology, with specific reference to the structure and functioning of ecosystems.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</b> Acquisire le nozioni di base riguardo ai principi ecologici che regolano la risposta degli ecosistemi all'azione umana. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Capacità di proporre analisi, protocolli di monitoraggio e soluzioni per alleviare la pressione antropica e adottare soluzioni di mitigazione ed orientare le soluzioni di adattamento al cambiamento. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Acquisizione di capacità di valutazione ed interpretazione di dati sperimentali; valutazione dello stato dell'ambiente e degli effetti scaturiti dalle attività antropiche. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze nella valutazione ambientale ed esporre i risultati anche ad un pubblico non esperto. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e materiale reperibile on-line. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Acquiring the basics of the ecological principles governing the response of ecosystems to human action.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to propose analyses, monitoring protocols and solutions to alleviate anthropogenic pressure and adopt mitigation and adaptation solutions to change.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Acquisition of skills in the evaluation and interpretation of experimental data; assessment of the state of the environment and the effects of human activities.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>The student will acquire the ability to convey his or her knowledge and skills in environmental assessment and present the results to a non-expert audience.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics covered during lectures, through consultation of scientific publications, books and material available online.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b> <b>ASSESSMENT METHODS</b>	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 e prevederà la verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento, il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico. <i>The final examination consists of the submission of a project, to be presented to tutor and peers, on a chosen habitat/species assessment/restoration project, and will include verification of the acquisition of the learning outcomes, the level of knowledge of the topics covered and the ability to connect them, clarity of exposition and the use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b> <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	L'obiettivo del corso è quello di introdurre gli studenti ai fondamenti teorici e pratici della valutazione della qualità ambientale degli habitat marino-costieri e del loro ripristino e fornire agli studenti una preparazione culturale e basi sperimentali ed analitiche di valutazione, monitoraggio e gestione degli ecosistemi marino-costieri. <i>The objective of the course is to introduce students to the theoretical and practical fundamentals of assessing the environmental quality of marine-coastal habitats and their restoration, and to provide students with a cultural background and experimental and analytical basis for</i>

	<i>the assessment, monitoring and management of marine-coastal ecosystems.</i>
<b>PROGRAMMA</b>  <b>SYLLABUS</b>	<p>I principali argomenti del corso riguarderanno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le Direttive europee per la tutela e la valutazione della qualità ambientale dell'ambiente marino. WFD e MSFD</li> <li>• Gli elementi di qualità biologica</li> <li>• Ripristino degli habitat marino–costieri degradati: obiettivi e tecniche di ripristino</li> <li>• Casi studio</li> </ul> <p><i>The main topics of the course will cover:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>European Directives protecting and assessing the environmental quality of the marine environment. WFD and MSFD</i></li> <li>• <i>Biological quality elements</i></li> <li>• <i>Restoration of degraded coastal-marine habitats: objectives and restoration techniques</i></li> <li>• <i>Case studies</i></li> </ul>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Biotecnologie microbiche per l'ambiente, la salute e i beni culturali. <i>Microbial Biotechnology for Environment, Health and Cultural Heritage</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenze di base di microbiologia, biochimica e biologia cellulare. <i>Basic knowledge of microbiology, biochemistry and cell biology.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b> Conoscenza dei processi da applicare per il biorisanamento di matrici ambientali contaminate, per la bioconservazione dei beni culturali, per le biotecnologie alimentari e farmaceutiche, a partire da microrganismi isolati da diverse matrici ambientali. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b> Capacità di riconoscere il potenziale biotecnologico dei microrganismi e valutarne l'applicabilità in ambito ambiente, salute e beni culturali. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di trattare informazioni e dati provenienti da fonti diverse, analizzandoli, manipolandoli e integrandoli, al fine di valutare le ricadute ambientali di un processo basato sulle biotecnologie microbiche, in termini di impatti sulla salute umana e sugli ecosistemi. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà adeguate competenze per analizzare e discutere dati relativi alle biotecnologie microbiche applicate all'ambiente, alla salute e ai beni culturali sia con interlocutori specialisti che non specialisti. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, database, libri e materiale reperibile on-line. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of the processes to be applied for the bioremediation of contaminated environmental matrices, for the bioconservation of cultural heritage, for food and pharmaceutical biotechnologies starting from microorganisms isolated from different environmental matrices.</i> <b>ABILITY TO APPLY KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to recognize the biotechnological potential of microorganisms and evaluate their applicability in the field of environment, health and cultural heritage.</i> <b>AUTONOMY OF JUDGMENT</b> <i>Ability to process information and data from different sources, analyzing, manipulating and integrating them, in order to evaluate the environmental consequences of a process based on microbial biotechnology, in terms of impacts on human health and ecosystems.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>The student will acquire adequate skills to analyze and discuss data relating to microbial biotechnologies applied to the environment, health and cultural heritage with both specialist and non-specialist interlocutors.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics covered during the lessons, through the consultation of scientific publications, book databases and material available online.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova finale che consisterà nella presentazione di un elaborato (ppt), su un caso studio applicato ad uno degli argomenti trattati, a scelta dello studente, al fine di accertare il livello di conoscenza e capacità di comprensione degli argomenti trattati nel corso e l'abilità di saperli correlare tra loro. La prova orale consentirà inoltre di verificare la capacità di comunicazione dello studente e le proprietà di linguaggio in relazione agli argomenti trattati.  <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through a final exam that will consist of the presentation of a paper (ppt), on a case study applied to one of the topics covered, chosen by the student, in order to ascertain the level of knowledge and understanding of the topics covered in the course and the ability to correlate them with each other. The oral exam will also allow to verify the student's communication skills and language skills in relation to the topics covered.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>	Obiettivo dell'insegnamento è fornire una base teorica in merito all'impiego delle biotecnologie microbiche per la risoluzione di

<p><b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b></p>	<p>problematiche ambientali correlate con attività antropiche, con particolare riferimento al biorisanamento ambientale, alla conservazione dei beni culturali, alle biotecnologie alimentari e farmaceutiche. Il corso mira, inoltre, agli studenti competenze metodologiche di base per l'impostazione e l'esecuzione di protocolli sperimentali volti ad isolare da campioni naturali microrganismi di interesse biotecnologico.</p> <p><i>The aim of the course is to provide a theoretical basis on the use of microbial biotechnology for the resolution of environmental problems related to human activities, with reference to environmental bioremediation, conservation of cultural heritage, food and pharmaceutical biotechnology. The course also aims to provide students with basic methodological skills for the setting up and execution of experimental protocols aimed at isolating from natural samples microorganisms of biotechnological interest, such as bacteria capable of degrading pollutants</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metodiche per l'isolamento e la caratterizzazione di microrganismi di interesse biotecnologico. Metodi molecolari per la caratterizzazione delle comunità microbiche finalizzati anche alla ricerca di geni funzionali per applicazioni biotecnologiche. Approcci cultura-dipendenti e cultura-indipendenti per la caratterizzazione del microbiota e dei microbiomi ambientali, con l'uso di tecniche molecolari avanzate come il sequenziamento del DNA.</li> <li>• La degradazione microbica dei contaminati ambientali (es. idrocarburi, xenobiotici, plastiche). Applicazioni ambientali delle biotecnologie: Tecniche di monitoraggio ambientale, utilizzo di marcatori biologici, bioremediation, trattamento delle acque reflue.</li> <li>• Processi biotecnologici alla base delle trasformazioni alimentari. Produzione di biomasse microbiche: produzione e utilizzo di colture starter per la produzione di alimenti e bevande fermentate, con attenzione alle principali e innovative tecniche di screening e selezione dei microrganismi e ai metodi di fermentazione.</li> <li>• Nuove strategie antimicrobiche alternative, utilizzabili nella lotta contro batteri resistenti (es. peptidi Antimicrobici e sistemi di drug-delivery). Produzione di metaboliti secondari: isolamento, sintesi e applicazioni di nuove molecole con attività antimicrobica.</li> <li>• Approcci biotecnologici avanzati per la conservazione dei beni culturali: studio di tecniche biotecnologiche innovative applicate alla conservazione dei beni culturali, inclusi microrganismi e biopolimeri per la protezione dei materiali artistici e storici. Biofilm di biodeteriogeni colonizzatori di opere e monumenti. Controllo e prevenzione del biodeterioramento dei beni culturali mediante prodotti microbici.</li> <li>• <i>Methods for the isolation and characterization of microorganisms of biotechnological interest. Molecular methods for the characterization of microbial communities also aimed at the search for functional genes for biotechnological applications. Culture-dependent and culture-independent approaches for the characterization of the microbiota and environmental microbiomes, with the use of advanced molecular techniques such as DNA sequencing.</i></li> <li>• <i>Microbial degradation of environmental contaminants (e.g. hydrocarbons, xenobiotics, plastics). Environmental applications of biotechnology: Environmental monitoring techniques, use of biological markers, bioremediation, wastewater treatment.</i></li> <li>• <i>Biotechnological processes underlying food transformation. Production of microbial biomass: Production and use of starter cultures for the production of fermented foods and beverages, with attention to the main and innovative techniques for screening and selection of microorganisms and fermentation methods.</i></li> <li>• <i>New alternative antimicrobial strategies, usable in the fight against resistant bacteria (e.g. Antimicrobial peptides and drug-delivery systems). Production of secondary metabolites: Isolation, Synthesis and applications of new molecules with antimicrobial activity</i></li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Advanced biotechnological approaches for the conservation of cultural heritage: study of innovative biotechnological techniques applied to the conservation of cultural heritage, including microorganisms and biopolymers for the protection of artistic and historical materials. Biofilm of biodeteriogens colonizing works and monuments. Control and prevention of biodeterioration of cultural heritage by means of microbial products</i></li></ul> |
|--|---|

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Introduzione al Machine learning <i>Introduction to Machine Learning</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza di base della matematica (algebra elementare, funzioni, concetti base di statistica). <i>Basic knowledge of mathematics (elementary algebra, functions, basic statistics).</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p><b>CONOSCENZA</b>          Comprendere il paradigma del machine learning come alternativa alla programmazione esplicita. Conoscere le fasi operative dell'apprendimento automatico: rappresentazione dei dati, estrazione e selezione delle features, scelta del metodo, tuning degli iperparametri, addestramento, valutazione e previsione. Comprendere i fondamenti matematici necessari: funzioni, derivate, distanze, gradienti, probabilità.</p> <p><b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b>          Capacità di applicare le tecniche a casi d'uso reale, in particolare riguardanti la ricerca su tematiche riguardanti la scienza della terra e del mare</p> <p><b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>          Capacità di comprendere l'attendibilità e l'applicabilità reale degli algoritmi di intelligenza artificiale addestrati.</p> <p><b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b>          Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze ed esporre i risultati delle applicazioni anche ad un pubblico non esperto.</p> <p><b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b>          Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e materiale reperibile on-line.</p> <p><b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>  <i>Understand the machine learning paradigm as an alternative to explicit programming. Acquire knowledge of the operational stages of machine learning: data representation, feature extraction and selection, method choice, hyperparameter tuning, model training, evaluation, and forecasting. Grasp the necessary mathematical foundations: functions, derivatives, distances, gradients, and probability.</i></p> <p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>  <i>Ability to apply machine learning techniques to real-world use cases, particularly in research areas related to Earth and marine sciences.</i></p> <p><b>MAKING JUDGMENTS</b>  <i>Ability to assess the reliability and real-world applicability of trained artificial intelligence algorithms.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS</b>  <i>The student will acquire the ability to communicate their knowledge and skills and to present the results of applied work, even to non-specialist audiences.</i></p> <p><b>LEARNING SKILLS</b>  <i>Ability to update and deepen their understanding of the topics covered in the course through the consultation of scientific literature, textbooks, and online resources.</i></p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova orale, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.

	<p>Durante la prova potranno essere richieste anche domande relative al codice e all'implementazione degli algoritmi visti a lezione.</p> <p><i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through an oral test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language. The exam may also include questions regarding the code and implementation of the algorithms discussed during the course.</i></p>
<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI</b></p> <p><b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b></p>	<p>Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti concettuali e pratici per comprendere e applicare le tecniche fondamentali del machine learning. In particolare, saranno analizzate le fasi operative di un processo di apprendimento automatico (preparazione dei dati, estrazione e selezione delle caratteristiche, scelta e addestramento del modello, valutazione delle prestazioni, previsione su nuovi dati), con attenzione agli aspetti matematici e computazionali. Saranno inoltre forniti gli strumenti base per interpretare le logiche dei principali algoritmi (k-NN, SVM, Naive Bayes, reti neurali, ecc.) e per valutarne l'adeguatezza rispetto a specifici problemi applicativi, anche nell'ambito delle scienze della Terra e del Mare. Gli studenti apprenderanno ad applicare tali metodi in linguaggio R e a discuterne i risultati.</p> <p><i>The main goal of the course is to provide students with the conceptual and practical tools needed to understand and apply the fundamental techniques of supervised machine learning. The course focuses on the operational stages of an ML workflow (data preparation, feature extraction and selection, model selection and training, performance evaluation, forecasting on new data), with emphasis on mathematical and computational aspects. Students will also be equipped to interpret the logic of key algorithms (k-NN, SVM, Naive Bayes, neural networks, etc.) and to evaluate their suitability for specific applications, including use cases in Earth and Marine Sciences. Students will learn to implement these methods using the R language and to interpret and present the results..</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Introduzione all'intelligenza artificiale e al machine learning  Interazione uomo-macchina e paradigma dell'apprendimento dai dati  Rappresentazione geometrica e normalizzazione dei dati  <i>Feature extraction</i>, selezione delle features  Scelta del metodo: k-NN, SVM, Naive Bayes, Decision Trees, Random Forest, Reti neurali  Training: ottimizzazione dei parametri e gradient descent  Valutazione: accuratezza, overfitting, validazione  Previsioni su nuovi dati  Cenni di matematica: funzioni, derivate, distanze, probabilità  Implementazioni pratiche in R</p> <p><i>Introduction to artificial intelligence and machine learning  Human-machine interaction and the data-driven paradigm  Geometric representation and normalization of data  Feature extraction and selection  Method selection: k-NN, SVM, Naive Bayes, Decision Trees, Random Forest, Neural Networks  Training: parameter optimization and gradient descent  Evaluation: accuracy, overfitting, validation  Forecasting on unseen data  Mathematical background: functions, derivatives, distances, probability  Practical implementations in R</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Approccio alla caratterizzazione degli ambienti sedimentari marini. Confronti tra attuali e fossili - C.I. (modulo II) <i>Introduction to characterization of marine sedimentary environments. Comparison among (current and fossil environments - I.C. (II module)</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base di geografia fisica, geomorfologia e geologia. <i>Basic knowledge of physical geography, geomorphology and geology.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</b> Conoscenza dei processi esogeni e loro interazione con quelli endogeni; conoscenza dei principali processi di trasporto ed accumulo sedimentario. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Capacità di analizzare criticamente i processi di sedimentazione ed evoluzione delle successioni sedimentarie. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di ricostruire l'evoluzione degli ambienti sedimentari e gli effetti sulla loro dinamica dei processi antropici. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze nell'analisi dei processi sedimentari ed esporre i risultati degli studi sedimentologici, anche ad un pubblico non esperto. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e materiale reperibile on-line. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of the exogenous processes and their interaction with endogenous ones; knowledge of the main processes of sediment transport and deposition.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to critically analyse the sedimentation processes and evolution of sedimentary successions.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to reconstruct the evolution of sedimentary environments and the effects on their dynamics of anthropogenic processes.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to communicate knowledge developed in the field of sedimentary processes and to explain the results achieved in sedimentology studies to both specialist and non-specialist audiences.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics discussed in the lectures by means of scientific works, books and web resources.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova orale, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.  <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through an oral test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti utili all'analisi ed alla interpretazione delle successioni sedimentarie clastiche accumulate dai differenti tipi di trasporto sedimentario. In particolare, sarà affrontato lo studio delle successioni di depositi terrigeni e dei processi che controllano il loro accumulo in differenti ambienti sedimentari. Inoltre, saranno forniti allo studente gli strumenti base per interpretare ed analizzare le strutture sedimentarie deposizionali e post-deposizionali e come utilizzarle per l'analisi delle facies sedimentarie dei depositi clastici e il contributo che possono offrire alla ricostruzione dell'evoluzione dei bacini sedimentari.  <i>The objective of the teaching is to provide the student with useful tools for the analysis and interpretation of clastic sedimentary sequences accumulated by different types of sedimentary transport. In particular,</i>

	<p><i>the study of the successions of terrigenous deposits and the processes that control their accumulation in different sedimentary environments will be addressed.</i></p> <p><i>Moreover, the student will be provided with basic tools for interpreting and analysing depositional and post-depositional sedimentary structures and how to use them for the analysis of the sedimentary facies of clastic deposits and the contribution they can make to the reconstruction of the evolution of sedimentary basins.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Ambienti sedimentari e facies sedimentarie; processi di trasporto sedimentario (2 h)</p> <p>Strutture sedimentarie da correnti trattive unidirezionali ed oscillatorie; cenni sulle correnti eoliche (2 h)</p> <p>Introduzione ai processi di trasporto in massa “catastrofici”</p> <p>Strutture sedimentarie non deposizionali (2 h)</p> <p>Ambienti e strutture sedimentarie: la piattaforma continentale e la spiaggia (2 h)</p> <p>Le superfici stratigrafiche notevoli (1 h)</p> <p>Osservazione sul terreno di successioni sedimentarie e strutture sedimentarie (6 h)</p> <p><i>Sedimentary environments and facies; sediment transport processes (2 h)</i></p> <p><i>Sedimentary structures originated by unisensorial and oscillating bottom current; aeolian currents (2 h)</i></p> <p><i>Introduction to “catastrophic”, massive sediment transport. Post-depositional sedimentary structures (2 h)</i></p> <p><i>Environments and sedimentary structures: continental shelf and beach (2 h)</i></p> <p><i>Key stratigraphic surfaces (1 h)</i></p> <p><i>On field observation od sedimentary successions and structures (6 h)</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Sensori open-source per monitorare l'ambiente <i>Open-source sensors for sensing environment</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Familiarità di base con informatica, elettronica elementare e principi dell'ecologia o della biologia marina. <i>Basic knowledge of computer science, elementary electronics, and principles of marine ecology or biology.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</b> Comprensione delle potenzialità dei sistemi open-source per il monitoraggio ambientale, con particolare riferimento al contesto marino. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Capacità di realizzare sistemi di acquisizione dati utilizzando Arduino e sensori. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Sviluppo di capacità critiche nella scelta e implementazione delle tecnologie più adatte per specifici obiettivi di monitoraggio. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Capacità di comunicare procedure, risultati e implicazioni dell'uso di tecnologie open-source in ambito scientifico e divulgativo. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di apprendere autonomamente nuove tecnologie digitali applicabili al monitoraggio ambientale. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Understanding the potential of open-source systems for environmental monitoring, especially in marine contexts.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to implement data acquisition systems using Arduino and sensors.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Development of critical thinking in selecting and implementing the most suitable technologies for specific monitoring objectives.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to communicate procedures, results, and implications of open-source technologies in scientific and outreach contexts.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to autonomously learn new digital technologies applicable to environmental monitoring.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La valutazione avverrà tramite una prova pratica e una discussione orale, durante la quale verranno verificate le competenze tecniche acquisite, la capacità di ragionamento critico e l'utilizzo del linguaggio scientifico.  <i>The assessment will include a practical test and an oral discussion to evaluate the technical skills acquired, critical reasoning ability, and the use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Il corso fornisce competenze teoriche e pratiche sull'impiego di tecnologie open-source, in particolare Arduino e R, per l'acquisizione, trasmissione e visualizzazione di dati ambientali e fisiologici in ambito marino. Gli studenti impareranno a progettare e realizzare datalogger, utilizzare sensori per misurare variabili ambientali, trasmettere dati verso database remoti, e analizzarli con software open-source. <i>The course provides theoretical and practical skills on the use of open-source technologies, particularly Arduino and R, for acquiring, transmitting, and visualizing environmental and physiological data in the marine context. Students will learn how to design and build dataloggers, use sensors to measure environmental variables, transmit data to remote databases, and analyze them with open-source software.</i>
<b>PROGRAMMA</b>  <b>SYLLABUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione ad Arduino e potenziali applicazioni (2 ore)</li> <li>• Utilizzo di sensori per acquisire variabili ambientali e risposte fisiologiche in ambiente marino (4 ore)</li> <li>• Costruzione di datalogger per l'acquisizione dei dati (3 ore)</li> <li>• Trasmissione remota dei dati e database web (2 ore)</li> <li>• Lettura e visualizzazione dei dati tramite software open-source R (4 ore)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Introduction to Arduino and potential applications (2 hours)</i></li><li>• <i>Use of sensors to acquire environmental variables and physiological responses in the marine environment (4 hours)</i></li><li>• <i>Construction of dataloggers for data acquisition (3 hours)</i></li><li>• <i>Remote data transmission, web databases (2 hours)</i></li><li>• <i>Reading and visualizing data using open-source R software (4 hours).</i></li></ul>
--	---

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Introduzione alle tecniche di modellizzazione termodinamica di sistemi geopetrologici e geochimici: teoria ed applicazioni <i>Introduction to thermodynamic modelling techniques of geopetrological and geochemical systems: theory and applications</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenze fondamentali di chimica fisica e di geologia <i>Basic knowledge of physical-chemistry and geology.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b> Conoscenza dei principi fondamentali che governano i processi chimico fisici di interesse geopetrologico; conoscenza di alcuni software di ampia diffusione dedicati alla modellistica molecolare. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b> Capacità di utilizzare un programma di simulazione in questioni di interesse geopetrologico. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di scegliere il software adatto e la strategia di calcolo appropriata a seconda del problema. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente dovrà essere in grado di divulgare il suo bagaglio di conoscenze e competenze relativo a simulazioni strutturali e termodinamiche di sistemi mineralogico-petrografici. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento degli argomenti analizzati durante le lezioni. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of the fundamental principles governing chemical and physical processes of interest in geopetrologic questions; knowledge of some widely used software dedicated to molecular modelling.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to use a simulation program in matters of geopetrological interest.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to choose the appropriate software and computing strategy depending on the problem.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>The student should be able to disseminate his knowledge and skills related to structural and thermodynamic simulations of mineralogical-petrographic systems.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics analyzed during lessons.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	Lo studente al termine del corso presenterà una relazione su quanto studiato, ed eventualmente un esempio di calcolo.  <i>The student at the end of the course will present a report on what has been studied, and possibly an example of calculation.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti utili alla scelta di una strategia computazionale utile alla analisi o alla risoluzione di una questione scientifica in ambito geo-petrologico e geochimico. Tale processo implica da un lato la capacità di razionalizzare a livello teorico il problema e, dall'altro, di calare nella pratica computazionale il problema stesso.  <i>The objective of the course is to provide the student with useful tools for choosing a computational strategy addressed to the analysis or to the solution of a scientific problem in the geopetrological and geochemical field. This process implies, on the one hand, the ability to rationalize the problem at a theoretical level and, on the other, to reduce the problem itself in the computational practice.</i>
<b>PROGRAMMA</b>  <b>SYLLABUS</b>	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 ad esempio 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.

The course includes an introduction to the computational techniques of thermodynamic modelling of geopetrological and geo-chemical systems. The structure of the course consists of a first general introduction to thermodynamics necessary for this type of modelling, a second part which illustrates some computational techniques, or some dedicated programs of great diffusion, and a third part made of practical examples to the computer.

## ARGUMENTS

Part 1 (5 hours) - Thermodynamics and simple quantum mechanical concepts:

Part 2 (5 hours) - An overview of some quantum mechanical mineral modelling software (such as CRYSTAL, GULP, CP2K) and thermodynamic modelling of geotrological interest systems (such as Burnman)

Part 3 - practical examples (5 hours): Calculation of equations of state, modelling of mineralogical reactions of geopetrological interest, as well as modelling of isotopic fractionations.

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Corso introduttivo alla sismotettonica <i>Introduction to Seismotectonics</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base sulla sismotettonica e sismogenesi. <i>Basic knowledge of seismotectonic and seismogenesis.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</b> Conoscenza del campo di stress e di deformazione della crosta terrestre e dei metodi di misura; conoscenza dei processi sismotettonici a diversa scala di osservazione spaziale e temporale; statistica dei terremoti. <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</b> Capacità di svolgere analisi su dati inerenti i processi sismologici, geodetici e tettonici. <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b> Capacità di interpretare differenti dataset geofisici e geologici, per la descrizione ed identificazione dell'assetto sismotettonico dell'area di studio. <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b> Lo studente acquisirà la capacità di trasmettere le proprie conoscenze e competenze nell'analisi di dati sismologici, geodetici e tettonici ed esporre i risultati ottenuti dalla loro integrazione, anche ad un pubblico non esperto. <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b> Capacità di aggiornamento e approfondimento dei temi trattati durante le lezioni, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche, libri e materiale reperibile on-line. <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Knowledge of stress and strain fields at the Earth's crust levels and measurement methods; knowledge of seismotectonic processes at different spatial and temporal observation scales; earthquake statistics.</i> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b> <i>Ability to perform analyses of seismological, geodetic and tectonic data.</i> <b>MAKING JUDGMENTS</b> <i>Ability to jointly interpret different geophysical and geological datasets, in order to properly describe and identify the seismotectonic setting of the study area.</i> <b>COMMUNICATION SKILLS</b> <i>Ability to communicate knowledge developed in the analysis of seismological, geodetic and tectonic data and to present the results obtained from their integration to both specialist and non-specialist audiences.</i> <b>LEARNING SKILLS</b> <i>Ability to update and deepen the topics discussed in the lectures by means of scientific works, books and web resources.</i>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite una prova orale, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico.  <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through an oral test. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</i>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente gli strumenti utili all'analisi ed alla interpretazione di dati sismologici, geodetici, tettonici e geofisici al fine di migliorare la loro capacità di analisi ed integrazione di dati multidisciplinari. In particolare, saranno affrontati concetti generali di sismologia e della meccanica delle rocce al fine di fornire agli studenti un vocabolario scientifico adeguato. Verrà affrontata l'analisi di dati sismologici per la definizione dei meccanismi focali e di dati GNSS per la stima di serie temporali e campi di velocità. Verrà affrontata l'analisi dei meccanismi focali e dei campi di velocità geodetica per la definizione di campi di stress e strain, rispettivamente. Inoltre, saranno forniti concetti base sul trasferimento di stress crostale.

	<p><i>The aim of the course is to provide to students a set of tools to critically analyze and interpret seismological, geodetic, tectonic and geophysical data with the aim to improve their ability to analyze and integrate multidisciplinary data. In particular, general concepts of seismology and rock mechanics will be provided in order to provide to students an adequate scientific vocabulary. The analysis of seismological data will be provided for the definition of focal mechanisms and GNSS data for the estimation of time series and velocity fields. The analysis of focal mechanisms and geodetic velocity fields will be also provided to estimate crustal stress and strain fields, respectively. Furthermore, basic concepts on crustal stress transfer will be also provided.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Cenni introduttivi alla sismotettonica e sismogenesi.  Sismotettonica quantitativa. Ciclo sismico, teoria del rimbalzo elastico, modelli di terremoto "time-predictable" e slip-predictable". Sciami e sequenze sismiche. Misura di un terremoto. Modellazione analitica di faglie da dati sismologici e geodetici.  Sismologia statistica. Legge di Gutenberg-Richter. Massima magnitudo. Analisi della deformazione sismica e geodetica per la stima del potenziale sismogenetico areale e delle sorgenti singole.  Meccanismi focali ed inversione del tensore stress.  Stress di coulomb e triggering della sismicità. Cenni sulla sismicità indotta.  Cenni sulla zonazione sismotettonica Italiana e le principali strutture sismogenetiche individuali con implicazioni per la definizione della pericolosità sismica di base, a scala regionale.  Esercitazioni su dati sismologici e geodetici (es. sismicità storica, strumentale, meccanismi focali, tensore stress, modellazione di faglie da dati geodetici e sismologici).</p> <p><i>Introduction to seismotectonics and seismogenesis.  Quantitative seismotectonics. Seismic cycle, elastic rebound theory, time-predictable and slip-predictable earthquake models. Seismic swarms and sequences. Size of an earthquake. Analytical modeling of faults from seismological and geodetic data.  Statistical seismology. Gutenberg-Richter law. Maximum magnitude. Analysis of seismic and geodetic deformation for the estimation of the seismogenic potential.  Focal mechanisms and stress tensor inversion.  Coulomb stress and seismicity triggering. Notes on induced seismicity. Notes on the Italian seismotectonic zonation and the main individual seismogenic structures.  Exercises on seismological and geodetic data (e.g. historical and instrumental seismicity, focal mechanisms, stress tensor, modeling of faults from geodetic and seismological data).</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	Telerilevamento satellitare <i>Satellite Remote Sensing</i>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	Conoscenza dei contenuti di base di fisica e del telerilevamento. <i>Basic knowledge of physics and remote sensing.</i>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>  <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p> <b>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRESIONE</b>  Conoscenze fondamentali sui principi fisici del telerilevamento, sulle caratteristiche dei sensori satellitari e sulle tecniche di elaborazione e interpretazione delle immagini telerilevate, con particolare attenzione all'osservazione della superficie terrestre e ai fenomeni ambientali. </p> <p> <b>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE</b>  Capacità di selezionare, elaborare e analizzare dati telerilevati per l'estrazione di informazioni geospaziali, finalizzate al monitoraggio ambientale, all'analisi del territorio e alla produzione di cartografia tematica. </p> <p> <b>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</b>  Capacità di interpretare criticamente i dati satellitari e i risultati delle elaborazioni, valutando la qualità e l'affidabilità delle informazioni derivate in relazione agli obiettivi dell'analisi e al contesto territoriale. </p> <p> <b>ABILITÀ COMUNICATIVE</b>  Lo studente sarà in grado di comunicare in modo efficace i risultati delle analisi delle immagini satellitari, sia a un pubblico tecnico che non specializzato, utilizzando un linguaggio appropriato e strumenti di visualizzazione adeguati (mappe tematiche, grafici, report). </p> <p> <b>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</b>  Sviluppo della capacità di aggiornare e approfondire gli argomenti trattati durante le lezioni attraverso la consultazione di letteratura scientifica, banche dati online e piattaforme di accesso ai dati satellitari open. </p> <p> <b>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>  <i>Fundamental knowledge of the physical principles underlying remote sensing, the technical characteristics of satellite sensors, and the techniques for processing and interpreting remotely sensed imagery, with particular emphasis on Earth surface observation and environmental phenomena.</i> </p> <p> <b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b>  <i>Ability to select, process, and analyze remotely sensed data to extract geospatial information aimed at environmental monitoring, territorial analysis, and the production of thematic maps.</i> </p> <p> <b>MAKING JUDGEMENTS</b>  <i>Ability to critically interpret satellite data and processing results, assessing the quality and reliability of the derived information in relation to analytical objectives and the territorial context.</i> </p> <p> <b>COMMUNICATION SKILLS</b>  <i>Students will be able to effectively communicate the results of satellite image analysis to both technical and non-specialist audiences, using appropriate terminology and suitable visualization tools (e.g., thematic maps, graphs, reports).</i> </p> <p> <b>LEARNING SKILLS</b>  <i>Development of the ability to independently update and deepen knowledge of the topics covered in class, through the consultation of scientific literature, online databases, and open-access satellite data platforms.</i> </p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>  <b>ASSESSMENT METHODS</b>	<p> La verifica dell'acquisizione dei risultati di apprendimento da parte dei dottorandi viene effettuata tramite la discussione di un elaborato, con la quale viene valutato il livello di conoscenza degli argomenti trattati e la capacità di collegamento tra essi, la chiarezza espositiva e l'uso di un linguaggio scientifico. </p> <p> <i>Doctoral students' acquisition of learning outcomes is verified through the discussion of a paper. This test assesses their knowledge of the covered topics, their ability to connect them, the clarity of their exposition, and their use of scientific language.</i> </p>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>  <b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b>	<p> Obiettivo dell'insegnamento è fornire allo studente le conoscenze scientifiche e gli strumenti operativi necessari per l'analisi e l'interpretazione dei fenomeni ambientali attraverso l'uso di dati di </p>

	<p>telerilevamento satellitare. Il corso si concentra sull'osservazione della superficie terrestre con particolare attenzione al monitoraggio del suolo, della vegetazione, delle risorse idriche e delle aree soggette a degrado. Gli studenti apprenderanno a selezionare e utilizzare dati multispettrali e multitemporali provenienti da diverse missioni satellitari (es. Sentinel, Landsat), applicando tecniche di elaborazione digitale delle immagini per la generazione di prodotti tematici e indicatori ambientali. Il corso mira a sviluppare competenze pratiche nell'uso di software e piattaforme open-source per il trattamento e l'analisi dei dati geospaziali, finalizzate al monitoraggio territoriale su scala locale, regionale e globale.</p> <p><i>The main goal of the course is to provide students with the scientific and operational knowledge required to analyze and interpret environmental processes using satellite remote sensing data. The course focuses on Earth surface observation and environmental monitoring, with particular emphasis on land cover dynamics, vegetation status, water resources, and areas affected by degradation. Students will learn to select and use multispectral and multitemporal data from major satellite missions (e.g., Sentinel, Landsat), applying digital image processing techniques to generate thematic products and environmental indicators. The course also aims to build practical skills in the use of open-source software and geospatial platforms for data processing and analysis, supporting environmental monitoring at local, regional, and global scales.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Cenni storici, concetti di base, componenti fondamentali di un sistema di telerilevamento.  Principi fisici del telerilevamento: spettro elettromagnetico, le finestre atmosferiche, leggi di Planck, Wien e Stefan Boltzmann  Sensori satellitari: Principali caratteristiche dei sensori e delle piattaforme satellitari, Sensori attivi e passivi, Principali missioni di Earth Observation  Le immagini satellitari: Acquisizione di un'immagine, Calibrazione, Correzioni geometriche, Correzione atmosferica, Firme spettrali  Principali archivi: EarthData, Glovis, Portale Copernicus, ESA  Principali tecniche di Machine Learning applicate all'analisi di immagini satellitari. Esempi di assimilazione di dati satellitari ai modelli numerici in fluidodinamica.</p> <p><i>Historical background, basic concepts, fundamental components of a remote sensing system.  Physical principles of remote sensing: electromagnetic spectrum, atmospheric windows, Planck, Wien and Stefan Boltzmann laws  Satellite sensors: Main characteristics of satellite sensors and platforms, Active and passive sensors, Main Earth Observation missions  Satellite images: Image acquisition, Calibration, Geometric corrections, Atmospheric correction, Spectral signatures  Main archives: EarthData, Glovis, Copernicus Portal, ESA  Main Machine Learning techniques applied to satellite image analysis.  Examples of assimilation of satellite data to numerical models in fluid dynamics.</i></p>

<b>INSEGNAMENTO</b> <b>SUBJECT</b>	<p>Google Earth Engine: la nuova piattaforma cloud per il trattamento dei dati geospaziali</p> <p><i>Google Earth Engine: the new cloud-based platform for geospatial big data treatment</i></p>
<b>PREREQUISITI</b> <b>PREREQUISITES</b>	<p>È richiesta una conoscenza di base dei concetti di geodesia e dei sistemi informativi geografici (GIS). Non è necessaria una precedente esperienza di programmazione, ma familiarità con strumenti digitali per la visualizzazione e l'analisi spaziale rappresenta un vantaggio. Il corso è pensato per studenti motivati ad apprendere strumenti computazionali per l'analisi ambientale e geospaziale.</p> <p><i>A basic knowledge of geodesy and Geographic Information Systems (GIS) is required. No prior programming experience is necessary, although familiarity with digital tools for spatial data visualization and analysis is recommended.</i></p> <p><i>The course is intended for students motivated to learn computational tools for environmental and geospatial analysis.</i></p>
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> <b>LEARNING OUTCOMES</b>	<p>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE</p> <p>Conoscenza dei principali concetti relativi all'osservazione della Terra, alla struttura dei dati geospaziali (raster e vettoriali), ai parametri di acquisizione (risoluzioni spaziale, spettrale, temporale e radiometrica) e alle caratteristiche della piattaforma Google Earth Engine. Comprensione dei flussi di lavoro tipici per l'analisi geospaziale finalizzata al monitoraggio ambientale.</p> <p>CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE</p> <p>Capacità di utilizzare in modo autonomo Google Earth Engine per selezionare, visualizzare, manipolare ed esportare dati geospaziali. Capacità di sviluppare semplici codici in linguaggio JavaScript per applicazioni legate all'analisi ambientale (es. mappatura della copertura del suolo, analisi di modelli digitali del terreno, studio di serie temporali di variabili climatiche o oceanografiche).</p> <p>AUTONOMIA DI GIUDIZIO</p> <p>Capacità di valutare in modo critico la qualità e l'adeguatezza dei dati geospaziali disponibili nel catalogo di GEE in relazione al proprio caso di studio. Capacità di selezionare metodologie appropriate per l'elaborazione e l'interpretazione dei risultati.</p> <p>ABILITÀ COMUNICATIVE</p> <p>Capacità di comunicare in modo chiaro e sintetico i risultati delle analisi svolte, anche attraverso la produzione di report tecnici e la realizzazione di visualizzazioni cartografiche. Lo studente sarà in grado di presentare il proprio lavoro anche a un pubblico interdisciplinare o non esperto.</p> <p>CAPACITÀ D'APPRENDIMENTO</p> <p>Capacità di approfondire autonomamente l'uso avanzato della piattaforma Google Earth Engine e delle sue librerie, anche attraverso l'analisi di codice esistente, la consultazione della documentazione ufficiale, di articoli scientifici e di risorse open access disponibili online.</p> <p><i>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</i></p> <p><i>Knowledge of the main concepts related to Earth Observation, the structure of geospatial data (raster and vector), acquisition parameters (spatial, spectral, temporal, and radiometric resolutions), and the features of the Google Earth Engine (GEE) platform. Understanding of typical geospatial analysis workflows for environmental monitoring.</i></p>

	<p><b>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING</b></p> <p><i>Ability to autonomously use Google Earth Engine to select, visualize, manipulate, and export geospatial data. Ability to develop simple JavaScript codes for environmental analysis applications (e.g., land cover mapping, digital elevation model analysis, time-series analysis of climatic or oceanographic variables).</i></p> <p><b>MAKING JUDGMENTS</b></p> <p><i>Ability to critically assess the quality and suitability of geospatial data available in the GEE catalogue in relation to one's own case study. Ability to select appropriate methodologies for data processing and result interpretation.</i></p> <p><b>COMMUNICATION SKILLS</b></p> <p><i>Ability to clearly and concisely communicate the results of performed analyses, including through the production of technical reports and cartographic visualizations. The student will be able to present their work to both interdisciplinary and non-expert audiences.</i></p> <p><b>LEARNING SKILLS</b></p> <p><i>Ability to independently deepen their knowledge of the advanced use of the Google Earth Engine platform and its libraries, through the analysis of existing code, consultation of official documentation, scientific articles, and available open-access resources.</i></p>
<p><b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b></p> <p><b>ASSESSMENT METHODS</b></p>	<p>Gli studenti dovranno applicare le competenze acquisite all'analisi di un caso studio inerente al proprio progetto di ricerca. I risultati saranno presentati in forma scritta (report tecnico) e illustrati in una breve presentazione orale ai colleghi.</p> <p><i>Students will be required to apply the skills acquired to the analysis of a case study related to their own research project. The results will be presented in written form (technical report) and illustrated through a brief oral presentation to their peers.</i></p>
<p><b>OBIETTIVI FORMATIVI</b></p> <p><b>EDUCATIONAL OBJECTIVES</b></p>	<p>Il corso ha l'obiettivo di introdurre gli studenti alla piattaforma Google Earth Engine (GEE), con particolare attenzione alle sue applicazioni nel campo del monitoraggio ambientale. Attraverso un approccio teorico-pratico, gli studenti acquisiranno competenze di base sull'uso dell'ambiente GEE, sulla manipolazione di dati geospaziali e sull'analisi di casi studio riferiti alle scienze naturali. Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di sviluppare in autonomia semplici codici in linguaggio JavaScript per l'analisi ambientale in ambiente GEE e applicarli a casi studio coerenti con i propri ambiti di ricerca.</p> <p><i>The course aims to introduce students to the Google Earth Engine (GEE) platform, with particular focus on its applications in the field of environmental monitoring. Through a theoretical and practical approach, students will acquire basic skills in using the GEE environment, handling geospatial data, and analyzing case studies related to the natural sciences. By the end of the course, students will be able to independently develop simple JavaScript codes for environmental analysis within the GEE environment and apply them to case studies relevant to their own research areas.</i></p>
<p><b>PROGRAMMA</b></p> <p><b>SYLLABUS</b></p>	<p>Il corso è strutturato in tre moduli principali:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Introduzione ai dati di Osservazione della Terra:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modalità di acquisizione e caratteristiche dei dati telerilevati</li> <li>○ Modelli di dati raster e vettoriali</li> <li>○ Effetti atmosferici, correzioni e implicazioni sull'analisi</li> <li>○ Risoluzioni spaziale, spettrale, temporale e radiometrica: definizioni e compromessi</li> </ul> </li> <li>2. <b>Introduzione alla piattaforma Google Earth Engine:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Esplorazione dell'interfaccia e del Code Editor</li> <li>○ Consultazione del catalogo dati (Data Catalogue)</li> <li>○ Upload di dati esterni (raster e vettoriali)</li> </ul> </li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Visualizzazione e manipolazione di DEM globali open-source</li> <li>○ Visualizzazione e analisi di dati multi-banda</li> <li>○ Esportazione di risultati</li> </ul> <p><b>3. Fondamenti di programmazione in GEE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Comprensione e modifica di script precompilati</li> <li>○ Sviluppo di funzioni personalizzate</li> <li>○ Creazione di codici per analisi specifiche</li> <li>○ Casi studio pratici tratti da ambiti rilevanti per le scienze naturali (es. mappatura della copertura del suolo, analisi geomorfologiche con DEM, uso dei dati HYCOM per l'analisi oceanografica, ecc.)</li> </ul> <p>The course is structured into three main modules:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Introduction to Earth Observation Data:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Methods of data acquisition and characteristics of remotely sensed data</li> <li>● Raster and vector data models</li> <li>● Atmospheric effects, corrections, and their implications for analysis</li> <li>● Spatial, spectral, temporal, and radiometric resolutions: definitions and trade-offs</li> </ul> </li> <li>2. <b>Introduction to the Google Earth Engine Platform:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Exploration of the interface and Code Editor</li> <li>● Browsing the Data Catalogue</li> <li>● Uploading external data (raster and vector)</li> <li>● Visualization and manipulation of open-source global DEMs</li> <li>● Visualization and analysis of multi-band data</li> <li>● Exporting results</li> </ul> </li> <li>3. <b>Fundamentals of Programming in GEE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Understanding and modifying pre-written scripts</li> <li>● Developing custom functions</li> <li>● Creating scripts for specific analyses</li> <li>● Practical case studies from natural sciences (e.g., land cover mapping, geomorphological analysis using DEMs, use of HYCOM data for oceanographic analysis, etc.)</li> </ul> </li> </ol>