

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

Scuola di Scienze



REGOLAMENTO DIDATTICO E PROGRAMMI DEGLI
INSEGNAMENTI DEL CORSO DI LAUREA IN

SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE

Anno Accademico 2017-2018

(Laurea Magistrale)

(www.unimib.it - www.disat.unimib.it)

INDICE

REGOLAMENTO DIDATTICO

Presentazione	pag. 3
Obiettivi formativi specifici e descrizione del percorso formativo	pag. 3
Area di Scienze della Terra: conoscenze di base	pag. 5
Area di Scienze della Terra: Geologia applicata	pag. 5
Area di Scienze della Terra: Geologia marina	pag. 5
Area di Scienze della Terra: Geologia e Geodinamica	pag. 6
Profili professionali e sbocchi occupazionali	pag. 7
Norme relative all'accesso	pag. 8
Organizzazione del corso di Laurea Magistrale	pag. 8
Tirocini formativi e di orientamento	pag. 10
Accordi per la mobilità internazionale	pag. 10
Forme didattiche	pag. 11
Modalità di verifica del profitto	pag. 11
Frequenza	pag. 11
Piano di studio	pag. 11
Propedeuticità	pag. 11
Attività di orientamento e tutorato	pag. 11
Scansione delle attività formative e appelli d'esame	pag. 11
Prova finale	pag. 11
Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento	pag. 12
Attività di ricerca a supporto delle attività formative	pag. 12
Docenti del corso di studio	pag. 12
Altre informazioni	pag. 12

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Geologia dei bacini sedimentari	pag. 17
Geodinamica e geologia strutturale	pag. 18
Idrogeologia	pag. 19
Geobiologia	pag. 20
Geotecnica applicata	pag. 21
Statistica	pag. 23
Introduzione alla geografia fisica marina	pag. 24
Metodi di indagine geologico-tecnica	pag. 25
Prospezioni geofisiche	pag. 27
Fisica del mare	pag. 28
Biofacies	pag. 29
Geologia stratigrafica e regionale	pag. 32
Tettonica attiva e vulcanotettonica	pag. 33
Geologia del vulcanico	pag. 34
Valutazione dei rischi geologici	pag. 35
Stabilità dei versanti	pag. 36
Petrogenesi degli ambienti geodinamici	pag. 38
Petrografia del sedimentario	pag. 40

2° ANNO

Geocronologia e archeometria	pag. 42
Georisorse minerarie e lapidei	pag. 42
Geoenergia	pag. 45
Paleoceanografia e paleoclimatologia	pag. 46
Modellazione 3D	pag. 47
Metodi di analisi geologico-strutturale	pag. 49
Laboratorio modellazione idrogeologica	pag. 50
Applicazioni GIS avanzate	pag. 51
Geofisica applicata	pag. 52
Scavo e consolidamento terre e rocce	pag. 53

**LAUREA MAGISTRALE
IN
SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE D.M. 22/10/2004, n. 270
Geological Sciences and Technologies**

REGOLAMENTO DIDATTICO – ANNO ACCADEMICO 2016-2017

Presentazione

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche appartiene alla Classe delle Lauree Magistrali in Scienze e Tecnologie Geologiche (LM-74), ha una durata di due anni e comporta l'acquisizione di 120 crediti formativi universitari (CFU) per il conseguimento del titolo di studio. Il Corso prevede tre curricula: Geologia Applicata, Geologia e Geodinamica, Geologia Marina. Sono previsti da 11 a 12 esami a seconda del curriculum scelto. Al termine del percorso formativo, dopo aver acquisito 120 CFU, allo studente viene conferito il titolo avente valore legale di Laureato Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche. Tale titolo permette l'accesso a Master di secondo livello e al Dottorato di Ricerca, attivato presso l'Università degli studi di Milano-Bicocca o presso altri Atenei.

Per quanto riguarda l'accesso alle professioni (D.P.R. 328/01 del 5.6.2001), la laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie geologiche permette, previo superamento di apposito esame di Stato, l'iscrizione all'Ordine dei Geologi (sezione A - geologo)

Il Corso si propone di guidare lo studente dalla fase di raccolta e analisi dei dati geologici verso quella di elaborazione, interpretazione, decisione e gestione, ed è stato strutturato in modo da costituire una logica e armonica prosecuzione del corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche di 1° livello attivato presso il presente Ateneo.

Al fine di una regolare e proficua prosecuzione degli studi, che porti a conseguire il titolo di studio nei tempi e nei termini previsti, è opportuno che lo studente possieda attitudine per il tipo di studi che intraprende. E' richiesta, inoltre, la disponibilità a svolgere una parte dell'apprendimento e del lavoro di tesi sul terreno o in mare.

L'Università di Milano Bicocca, assieme alla Michigan Technological University (USA) e alla New York State University at Buffalo (USA) hanno dato vita ad un programma di studi congiunto, finalizzato al conseguimento del doppio diploma di Laurea Magistrale italiano e USA (Master).

Obiettivi formativi specifici e descrizione del percorso formativo

Obiettivi formativi specifici

Il corso di Laurea Magistrale si colloca perfettamente all'interno degli standard europei di riferimento per le Scienze della Terra e fornirà competenze di tipo specialistico, con particolare riguardo alle discipline geologiche, geo-biologiche, geologico-applicative, petrografiche e geofisiche in ambiente terrestre e marino. Particolare enfasi verrà posta allo studio e alla valutazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni a grande scala, alla comprensione delle complesse interazioni tra evoluzione tettonica e sedimentazione nei vari contesti geodinamici e alla valutazione e all'utilizzo delle risorse naturali e delle materie prime.

Il Corso di Laurea Magistrale prevede una parte comune con insegnamenti volti ad ampliare la preparazione acquisita nel Corso di Laurea di primo livello nell'area di Scienze della Terra, o in corsi di laurea affini, e a fornire le conoscenze necessarie ad affrontare insegnamenti più specifici. Il laureato acquisirà competenze specialistiche per raccogliere, gestire, analizzare ed elaborare informazioni di tipo geologico relative a problematiche connesse con l'ambiente terrestre e marino, attraverso l'utilizzo di tecniche avanzate. Il Laureato avrà inoltre la capacità di sintetizzare dati di differente tipologia, anche a carattere multidisciplinare, attraverso l'applicazione dei metodi più moderni e delle tecnologie più avanzate proprie delle Scienze della Terra o a queste correlate.

Il corso comprende un adeguato numero di insegnamenti a carattere teorico e pratico, corredati da numerose esercitazioni in laboratorio e sul terreno, distribuiti in modo tale da coprire diversi ambiti disciplinari.

Il corso fornirà inoltre ai laureati la capacità di elaborare soluzioni e di sviluppare strategie per risolvere problematiche a terra e in mare, connesse in particolare ai seguenti argomenti:

- studio dei processi tettonici, geodinamici, petrologici, vulcanici e sedimentari attivi anche con applicazione alla ricerca di combustibili fossili e di fonti di energia alternative;
- gestione e difesa dai rischi geologici e idrogeologici in ambiente terrestre e costiero;
- applicazioni geologico-tecniche, geofisiche, geomeccaniche e geologico-strutturali connesse all'ingegneria civile nell'ambito di una gestione sostenibile del territorio;
- caratterizzazione delle morfologie, degli habitat del sistema marino sia costiero che profondo, dei parametri fisico-chimici che caratterizzano le masse d'acqua oceaniche;
- ricostruzione dell'evoluzione e dei cambiamenti negli ambienti marini a seguito dei cambiamenti globali sia recenti che passati;
- prospezione, caratterizzazione e valutazione d'utilizzo delle materie prime industriali anche con applicazioni tecnologiche;
- caratterizzazione e gestione delle georisorse e dei beni culturali;
- sfruttamento delle risorse idriche.

Gli insegnamenti previsti forniranno, inoltre, ai laureati gli strumenti conoscitivi necessari a sviluppare la capacità di studiare in modo autonomo e auto-diretto, attraverso testi avanzati e riviste scientifiche specialistiche anche in lingua straniera. Il Corso di Laurea magistrale fornirà ai laureati le competenze necessarie per comunicare con chiarezza i risultati delle proprie ricerche e valutazioni ad interlocutori anche non specialisti della disciplina e/o stranieri, attraverso l'utilizzo di una lingua dell'Unione Europea, con particolare riferimento alla lingua inglese.

Il corso fornirà le competenze necessarie alla preparazione di una tesi di laurea con contenuti scientifici e/o applicativi originali, connessi ad uno dei campi di specializzazione previsti nell'ambito dei curricula attivati.

Tali obiettivi formativi verranno raggiunti dagli studenti anche attraverso i seguenti tipi di attività:

- approfondimento autonomo di alcuni argomenti, utilizzando testi avanzati e articoli di riviste specialistiche internazionali in lingua inglese;
- preparazione di relazioni individuali o di gruppo orali e/o scritte anche in lingua straniera (preferenzialmente in lingua inglese);
- utilizzo di strumenti di lavoro di tipo specialistico in modo autonomo (SIT, software specifici), nell'ambito dei laboratori e delle esercitazioni, comprendente anche la consultazione di banche dati on-line attraverso internet, con preparazione di elaborati scritti e relazioni.

Nell'ambito del Corso di Laurea Magistrale saranno attivati tre curricula, volti a fornire competenze specialistiche negli specifici campi prima descritti, che riflettono le competenze scientifiche e culturali sviluppate nell'ambito di questa sede e le richieste del mercato del lavoro:

- **Curriculum Geologia applicata**
- **Curriculum Geologia marina**
- **Curriculum Geologia e Geodinamica**

Per l'acquisizione di specifiche competenze nell'ambito della **GEOLOGIA APPLICATA**, sono previsti insegnamenti d'ambito geologico applicativo e geofisico che permetteranno al laureato di affrontare problemi inerenti l'applicazione delle conoscenze geologiche alla pianificazione del territorio, alla valutazione e mitigazione del rischio e della pericolosità geologica, alla caratterizzazione e modellazione degli acquiferi per la gestione delle risorse idriche e per l'analisi dei contaminanti, a problemi di ingegneria civile per la realizzazione di opere superficiali e in sotterraneo. Tali insegnamenti permetteranno di approfondire argomenti di base nel campo della geologia applicata, della geofisica e delle georisorse e di acquisire nuove conoscenze su tematiche specifiche, quali la valutazione del rischio geologico e la stabilità dei pendii. Sono previsti inoltre corsi a libera scelta e corsi a carattere più pratico, per l'acquisizione di tecniche di analisi delle problematiche geologiche attraverso il rilevamento geologico-tecnico e geofisico a terra e la modellistica applicativa al computer.

Per l'acquisizione di specifiche competenze nell'ambito della **GEOLOGIA MARINA** sono attivati insegnamenti a carattere generale d'ambito geologico, geodinamico, geo-biologico, geomorfologico, geofisico e di oceanografia fisica, in alcuni casi comprensivi delle tecniche di rilevamento geofisico e di oceanografia fisica, in alcuni casi comprensivi delle tecniche di rilevamento geologico-tecnico e geofisico in mare e delle tecniche di campionamento al fondo e nella colonna d'acqua. Le conoscenze trasmesse saranno principalmente finalizzate a consentire una corretta valutazione dei processi d'interazione tra atmosfera, biosfera, idrosfera e geosfera, della natura dei flussi bio-geochimici che caratterizzano l'ecosistema marino e del rischio e della pericolosità in aree di piattaforma e scarpata continentale. Sono inoltre previsti insegnamenti di ambito geo-biologico mirati all'analisi degli ambienti marini attuali e alla ricostruzione degli ambienti marini del recente passato, anche in funzione dei cambiamenti climatici olocenici e quaternari e della storia dell'impatto umano. Sono previsti inoltre corsi a libera scelta e corsi a carattere più pratico, per l'acquisizione di tecniche di analisi delle problematiche geologiche attraverso il rilevamento geologico-tecnico e geofisico in mare e la modellistica applicativa al computer.

Per l'acquisizione di specifiche competenze nell'ambito della **GEOLOGIA e GEODINAMICA** sono previsti insegnamenti specialistici nell'ambito dello studio dei processi tettonici, petrolologici, vulcanici e sedimentari, nonché nella loro rappresentazione e modellazione con tecniche numeriche che permetteranno al laureato di analizzare e interpretare processi geologici di tipo endogeno ed esogeno a grande scala, con particolare riferimento all'evoluzione tettonica dei margini attivi e ai fenomeni di erosione e sedimentazione a loro connessi. Nell'ambito dei corsi previsti, sarà analizzata in dettaglio l'evoluzione geologica passata dei margini di placca, con esempi regionali, i processi attivi e i relativi metodi di studio per la valutazione della pericolosità e del rischio. Particolare enfasi verrà data alle tecniche per la valutazione della pericolosità e del rischio vulcanico e sismico alle problematiche connesse alle zone litorali e fluviali, alle indagini ed analisi volte a caratterizzare sedimenti e rocce legati alla geologia degli idrocarburi fossili.

Vengono di seguito espressi i risultati di apprendimento attesi, tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7) e gli strumenti didattici con i quali ottenere e verificare le competenze richieste.

Area di Scienze della Terra: Conoscenze di base

a) Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

L'offerta formativa comune ai tre curricula servirà a completare e irrobustire la preparazione e la capacità di comprensione nell'area delle Scienze della Terra, integrando e approfondendo quelle acquisite nel primo ciclo di studi, anche utilizzando metodi statistico- matematici.

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

Abilità di comprensione e di applicazione delle conoscenze acquisite nella risoluzione di problemi geologici in contesti ampi e multidisciplinari. Capacità di applicare le competenze acquisite anche a situazioni nuove e problematiche.

Gli insegnamenti verranno organizzati in modo tale da fornire una visione ampia e multidisciplinare delle problematiche trattate. L'utilizzo dei Sistemi Informativi Territoriali e di apposite tecniche statistico/matematiche, nell'ambito delle esercitazioni degli insegnamenti e di appositi laboratori, consentiranno di utilizzare tecniche specialistiche in contesti di questo tipo. Le capacità acquisite verranno poi direttamente applicate in modo originale nelle attività previste per la prova finale (tesi) per la soluzione di particolari problemi.

Le competenze e capacità saranno conseguite e verificate, in particolare, nelle seguenti attività formative:

GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI
GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE
PROSPEZIONI GEOFISICHE
STATISTICA

Area Scienze della Terra: Geologia applicata

a) Conoscenza e comprensione

Il laureato magistrale acquisirà la capacità di comprendere le problematiche geologico applicative e geofisiche in modo critico, valutando il livello di originalità delle teorie e dei concetti appresi. In particolare, il laureato sarà in grado di distinguere chiaramente tra conoscenze consolidate nella letteratura (es: concetto di sforzo efficace, criterio di rottura Mohr Coulomb) e teorie innovative oggetto di ricerca avanzata. Il laureato sarà quindi in grado di elaborare idee originali rispetto alla conoscenza più consolidata.

b) Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Le competenze acquisite tramite insegnamenti d'ambito geologico applicativo e geofisico permetteranno al laureato di affrontare problemi inerenti la pianificazione del territorio, la valutazione e mitigazione del rischio e della pericolosità geologica, la caratterizzazione e modellazione degli acquiferi per la gestione delle risorse idriche e per l'analisi dei contaminanti, oltre a problemi di ingegneria civile per la realizzazione di opere superficiali e in sottoterraneo. Queste competenze saranno acquisite tramite la frequentazione di laboratori didattici/informatici, nei quali vengono utilizzati strumenti e software "professionali" per lo studio di casi reali che gli studenti dovranno risolvere in modo autonomo. Particolare attenzione è dedicata a problemi di tipo interdisciplinare che richiedono uno sforzo ulteriore per l'applicazione contemporanea delle conoscenze necessarie alla soluzione del problema.

Le competenze e capacità saranno conseguite e verificate, in particolare, nelle seguenti attività formative:

IDROGEOLOGIA
METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA
GEOTECNICA APPLICATA
GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI
STABILITÀ DEI VERSANTI
VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI
LABORATORIO MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA
APPLICAZIONI GIS AVANZATE
SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE
GEOFISICA APPLICATA
GEOENERGIA

Area di Scienze della Terra: Geologia Marina

a) Conoscenza e comprensione

Il laureato magistrale acquisirà competenze nell'ambito geomorfologico, geobiologico, geofisico e oceanografico fisico e inerenti le tecniche di rilevamento geologico-tecnico e geofisico in mare, per la caratterizzazione geomorfologica e la valutazione del rischio e della pericolosità in aree di piattaforma e scarpata continentali. Sono inoltre previsti insegnamenti d'ambito geobiologico, comprendenti le tecniche di campionamento al fondo e nella colonna d'acqua, per la valutazione dell'interazione biosfera-idrosferageosfera, dei flussi bio- geochimici e per la ricostruzione degli ambienti marini attuali e del recente passato, anche in funzione dei cambiamenti climatici olocenici e quaternari.

b) Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Le conoscenze e le capacità di analisi acquisite permetteranno di affrontare tematiche di ricerca di base e applicata nell'ambiente marino consentendo la realizzazione di carte geomorfologiche e batimetriche, carte dei sedimenti e della geologia superficiale e i dati fondamentali per la realizzazione delle carte degli habitat. Inoltre i laureati magistrali potranno fornire contributi significativi nelle analisi sui cambiamenti che gli ecosistemi marini hanno subito nel corso del Pleistocene e Olocene. Le competenze e capacità saranno conseguite e verificate, in particolare, nelle seguenti attività formative:

GEOBIOLOGIA
BIOFACIES
INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA FISICA MARINA
FISICA DEL MARE
GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA
GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI
PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA

Area di Scienze della Terra: Geologia e Geodinamica

a) Conoscenza e comprensione

Il laureato magistrale acquisirà competenze nell'ambito dello studio dei processi tettonici, petrologici, vulcanici e sedimentari, nonché nella loro rappresentazione e modellazione con tecniche numeriche che permetteranno al laureato di analizzare e interpretare processi geologici di tipo endogeno ed esogeno a grande scala, con particolare riferimento all'evoluzione tettonica e petrogenetica dei margini attivi e ai fenomeni di erosione e sedimentazione a loro connessi.

b) Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Le conoscenze acquisite consentiranno di analizzare in dettaglio sia l'evoluzione geologica passata dei margini di placca a livello regionale, sia i processi attivi per la valutazione della pericolosità e del rischio vulcanico e sismico. In particolare, il laureato potrà applicare analisi multidisciplinari, comprendenti moderne tecniche per la raccolta dei dati di terreno, alle problematiche connesse alle zone litorali e fluviali, a problematiche di tipo geologico-strutturale, energetiche, dei geomateriali e all'archeometria.

Le competenze e capacità saranno conseguite e verificate, in particolare, nelle seguenti attività formative:

PETROGENESI DEGLI AMBIENTI GEODINAMICI
PETROGRAFIA DEL SEDIMENTARIO
GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE
TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA
METODI DI ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE
GEOLOGIA DEL VULCANICO
GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA
GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI
IDROGEOLOGIA GENERALE
METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA
MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D
APPLICAZIONI GIS
GEOFISICA APPLICATA
GEOENERGIA

c) Autonomia di giudizio (making judgements)

Il laureato acquisirà la capacità di caratterizzare e valutare l'affidabilità delle informazioni raccolte, il livello di incertezza nei dati e nelle misure e la complessità dei modelli disponibili per la soluzione dei problemi.

Questa capacità permetterà quindi al laureato di valutare in modo autonomo i problemi e di formulare soluzioni anche sulla base di informazioni limitate o incomplete. Ulteriore aspetto che verrà acquisito dai laureati è la capacità di valutare le conseguenze delle scelte effettuate e delle soluzioni proposte sul contesto ambientale e socio-economico. Tutte queste competenze sono sviluppate attraverso lo studio e la discussione in aula di casi reali.

d) Abilità comunicative (communication skills)

Il laureato acquisirà la capacità di comunicare in modo sintetico ed efficace le proprie valutazioni e proposte di soluzione sia ad un pubblico specialistico (es: convegni, colleghi) che non specialistico (clienti, popolazione). Quest'ultimo aspetto è fondamentale per le tematiche di gestione del rischio perché le valutazioni tecniche del laureato in discipline geologiche devono essere trasmesse in modo chiaro ai policy makers. Le capacità di comunicazione, sia orale, sia scritta, sono sviluppate attraverso relazioni scritte delle attività e di ricerche autonome di approfondimento e tramite discussioni in aula delle problematiche studiate. Inoltre il laureato avrà acquisito una capacità di comunicare con chiarezza i risultati delle proprie ricerche e valutazioni ad interlocutori anche non specialisti della disciplina e/o stranieri, attraverso l'utilizzo di una lingua dell'Unione Europea, con particolare riferimento all'Inglese.

e) Capacità di apprendimento (learning skills)

Il laureato acquisirà la capacità di apprendere in modo autonomo nuovi concetti e nuove teorie attingendo sia alla letteratura italiana sia a quella straniera, prevalentemente in lingua inglese. Questa capacità è sviluppata attraverso ricerche autonome di approfondimento delle tematiche studiate. Ciò gli consentirà di approfondire le proprie conoscenze in modo largamente autodiretto e autonomo, identificando le tipologie di informazioni più idonee (testi avanzati, riviste scientifiche specialistiche e strumenti didattici di vario tipo anche in lingua straniera) alla risoluzione delle problematiche di tipo geologico. In numerosi insegnamenti gli studenti dovranno approfondire in modo autonomo alcuni argomenti, utilizzando testi avanzati e articoli di riviste specialistiche internazionali in lingua inglese messi a disposizione dai sistemi bibliotecari dell'Ateneo. Il livello di apprendimento raggiunto verrà valutato in base a prove d'esame e alla stesura di relazioni, preferibilmente in lingua inglese.

Analogamente, anche le attività per la preparazione della prova finale implicheranno la necessità di approfondire particolari argomenti

Profili professionali e sbocchi occupazionali

I laureati nei Corsi di Laurea Magistrale della classe potranno trovare sbocchi professionali nell'esercizio d'attività implicanti assunzione di responsabilità, di programmazione, progettazione, direzione di lavori, collaudo e monitoraggio degli interventi geologici, di coordinamento e/o direzione di strutture tecnico-gestionali, di analisi, sintesi, elaborazione, redazione e gestione di modelli e applicazioni di dati, anche mediante l'uso di metodologie innovative.

La scelta dei profili professionali e3 degli sbocchi occupazionali è basata sulle seguenti considerazioni:

- esperienza maturata dai laureati in Scienze Geologiche e in Scienze e Tecnologie Geologiche in Lombardia;
- risultato di una indagine a livello nazionale sulle opportunità di inserimento lavorativo e sulla preparazione necessaria per i Laureati in Scienze Geologiche, condotta presso Enti Pubblici (Regioni, Province e Comuni con almeno 50.000 abitanti) e Aziende che svolgono attività nel campo delle Scienze della Terra;
- risultati di più incontri organizzati dalla Facoltà di Scienze MFN in collaborazione con Assolombarda e dal coordinamento del corso di laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche, a cui hanno partecipato una ventina di rappresentanti di imprese del territorio per la presentazione dei principi ispiratori dell'ordinamento del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche in applicazione del DM 270/2004. Oltre ad un generale parere positivo sul corso proposto in relazione alle attività produttive del territorio interessate all'inserimento dei laureati, è stata sottolineata l'importanza di fornire solide conoscenze di base agli studenti, tali da facilitare il successivo apprendimento di contenuti e abilità tecniche di specifico interesse dell'azienda presso la quale potranno trovarsi ad operare.

Particolare importanza è stata data alle attività di terreno, alle conoscenze linguistiche, informatiche e relazionali. Il Presidente dell'Ordine dei Geologi della Lombardia ha sottolineato la necessità di formare geologi con maggiore "coscienza" del proprio ruolo, auspicando che rimanga aperto anche il confronto con il mondo della formazione Universitaria.

La preparazione conseguita consentirà di poter operare professionalmente in:

- cartografia geologica e tematica a terra e in mare;
- redazione, per quanto riguarda la componente geologica, di piani per l'urbanistica, il territorio, l'ambiente e le georisorse con le relative misure di salvaguardia;
- analisi, prevenzione e mitigazione dei rischi geologici, idrogeologici e ambientali a terra e in mare;
- analisi del rischio geologico ai fini di Protezione Civile, tramite programmazione di interventi in fase di prevenzione e di emergenza;
- analisi, recupero e gestione di siti degradati e siti estrattivi dismessi mediante l'analisi e la modellizzazione dei sistemi e dei processi geoambientali e relativa progettazione, direzione dei lavori, collaudo e monitoraggio;
- analisi e gestione informatizzata di dati territoriali attraverso l'utilizzo di Sistemi Informativi Territoriali, con particolare riferimento ai problemi geologico-ambientali;
- studi per la valutazione dell'impatto ambientale (VIA) e la valutazione ambientale strategica (VAS) sia per opere sulla terraferma che in mare;
- indagini geognostiche e geofisiche per l'esplorazione del sottosuolo, definendone l'appropriato modello geologico-tecnico e la pericolosità ambientale sia a terra che in mare;
- analisi tecnica dei materiali geologici come supporto alla realizzazione di opere d'ingegneria civile;
- modellazione di processi geologici s.l. (es. stabilità dei pendii, circolazione idrica, scavi in sottosuolo, ricostruzioni 2D e 3D, etc.);
- caratterizzazione di acquiferi per la gestione delle risorse idriche e modellazione di problemi di deflusso sotterraneo e propagazione di sostanze contaminanti;
- reperimento, valutazione economica, e gestione delle georisorse, comprese quelle idriche e dei geomateriali d'interesse industriale e commerciale;
- direzione delle attività estrattive;
- analisi e gestione degli aspetti geologici, idrogeologici e geochimici dei fenomeni d'inquinamento e dei rischi conseguenti;
- definizione degli interventi di prevenzione, mitigazione dei rischi, anche finalizzati alla redazione di piani per le misure di sicurezza nei luoghi di lavoro;
- coordinamento della sicurezza nei cantieri temporanei e mobili;
- valutazione e prevenzione per gli aspetti geologici del degrado dei beni culturali ambientali e attività di studio;
- progettazione, direzione dei lavori e collaudo relativi alla conservazione dei beni artistici;
- indagini petrografiche per la certificazione dei materiali geologici tramite analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche, mineralogico-geochimiche e paleontologiche
- analisi del degrado di monumenti lapidei e loro conservazione;
- direzione di laboratori di geotecnica;
- applicazioni di tipo archeometrico e geoarcheologico.

Seguendo i codici ISTAT, il corso prepara alle professioni di:

- Geologi (2.1.1.6.1);
- Paleontologi (2.1.1.6.2);
- Geofisici (2.1.1.6.3);
- Cartografi e fotogrammetristi (2.2.2.2.0);
- Ricercatori e tecnici laureati nelle Scienze della terra (2.6.2.1.4).

Tali professionalità potranno trovare applicazione nei seguenti campi:

- Industria (idrocarburi, minerali e materie prime);
- Consulenza (Agenzie private, libera professione, Società di Ingegneria);
- Uffici pubblici (Servizi Geologici, Agenzie regionali e nazionali per la protezione dell'Ambiente, Agenzie interessate al suolo, all'acqua, alla pianificazione territoriale, ai rischi ambientali, alla conservazione dell'ambiente, all'agricoltura);
- Formazione e Ricerca nelle Università; Istituti pubblici e privati di Ricerca;
- Compagnie private (gestione di impianti idrici, discariche, riutilizzo materiali, infrastrutture, prospezioni e rilievi geologici e geofisici in mare);
- Insegnamento in Scienze della Terra/Geografia/Scienze;
- Divulgazione e Giornalismo scientifico.

Per quanto riguarda l'accesso alle professioni (D.P.R. 328/01 del 05.06.2001, GU del 17-08- 2001), la laurea magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche permette l'iscrizione nella sezione A (geologi), previo superamento di un esame di Stato.

Norme relative all'accesso

L'accesso alla Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche è aperto a tutti i laureati dei Corsi di Laurea appartenenti alla Classe della Laurea in Scienze Geologiche, a tutti gli altri laureati delle Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, di Ingegneria e ai laureati in corsi di Laurea di tipo affine, ovvero ai laureati in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

L'ammissione alla Laurea Magistrale è subordinata alla valutazione delle competenze e conoscenze del laureato. È richiesta una buona conoscenza dell'evoluzione del pianeta, dei materiali che lo compongono e dei processi che hanno portato alla formazione degli stessi. Potrà non essere richiesta la verifica a coloro che abbiano conseguito negli studi pregressi risultati di elevato merito.

È previsto un colloquio di valutazione prima dell'inizio delle attività didattiche. Il colloquio verterà sulle conoscenze relative alla storia e all'evoluzione del nostro pianeta, dei materiali rocciosi che lo compongono e dei processi che hanno portato alla formazione degli stessi.

Le date e le modalità di svolgimento dei colloqui saranno pubblicate sul sito della Scuola di Scienze: <http://www.scienze.unimib.it> e del Corso di Laurea: <http://www.disat.unimib.it>

I laureati con elevata preparazione, provenienti da percorsi non perfettamente coerenti con i requisiti richiesti, potranno essere ammessi purché in possesso delle suddette competenze e conoscenze.

Organizzazione del Corso di Laurea Magistrale

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche è articolato in tre curricula:

- Geologia applicata
- Geologia marina
- Geologia e Geodinamica

Curriculum GEOLOGIA APPLICATA

Il curriculum Geologia applicata prevede i seguenti insegnamenti che danno luogo a 11 esami:

PRIMO ANNO - 60 CFU - 8 esami

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Insegnamenti obbligatori:

- Geologia dei bacini sedimentari, GEO/02 – 8 CFU
- Prospezioni geofisiche, GEO/11 – 8 CFU
- Idrogeologia, GEO/05 – 12 CFU
- Geodinamica e Geologia strutturale, GEO/03 – 8 CFU
- Metodi di indagine geologico-tecnica, GEO/05 – 6 CFU
- Geotecnica Applicata, ICAR/07 – 6 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Insegnamento obbligatorio:

- Statistica, MAT/06 – 6 CFU

Un insegnamento (6 CFU) a scelta tra:

- Stabilità dei versanti, GEO/05 – 6 CFU
- Valutazione dei rischi geologici, GEO/05 – 6 CFU

SECONDO ANNO - 60 CFU - 3 esami

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Insegnamenti obbligatori:

- Georisorse minerarie e lapidei, GEO/09 – 6 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Un insegnamento (4 CFU) a scelta tra:

- Scavo e consolidamento terre e rocce, GEO/05 – 4 CFU
- Laboratorio modellazione idrogeologica, GEO/05 – 4 CFU
- Geoenergia, GEO/05 – 4 CFU
- Applicazioni GIS Avanzate, GEO/05 – 4 CFU
- Geofisica Applicata, GEO/11 – 4 CFU

ALTRE ATTIVITÀ

- Insegnamenti a scelta dello studente per un totale di 16 CFU
- Tirocinio, 2 CFU
- Prova finale, 32 CFU

Curriculum GEOLOGIA MARINA

Il curriculum Geologia marina prevede i seguenti insegnamenti che danno luogo a 11 esami:
PRIMO ANNO - 60 CFU - 8 esami

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Insegnamenti obbligatori:

- Geologia dei bacini sedimentari, GEO/02 – 8 CFU
- Geodinamica e Geologia strutturale, GEO/03 – 8 CFU
- Prospezioni geofisiche, GEO/11 – 8 CFU
- *Biofacies, GEO/01 – 8 CFU
- *Geobiologia, GEO/01 – 8 CFU
- *Fisica del mare, GEO/12 – 6 CFU
- *Introduzione alla geografia fisica marina, GEO/04 – 8 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Insegnamento obbligatorio:

- Statistica, MAT/06 – 6 CFU

SECONDO ANNO - 60 CFU- 3 esami

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Un insegnamento (6 CFU) a scelta tra:

- Geocronologia e Archeometria, GEO/08 – 6 CFU
- Georisorse minerarie e lapidei, GEO/09 – 6 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Insegnamento obbligatorio:

- *Paleoceanografia e paleoclimatologia, GEO/01 – 6 CFU

ALTRE ATTIVITÀ:

- Insegnamenti a scelta dello studente per un totale di 16 CFU
- Tirocinio, 2 CFU
- Prova finale, 30 CFU

*BIOFACIES/GEOBIOLOGIA/FISICA DEL MARE/INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA FISICA MARINA/
PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA sono impartiti in inglese.

Curriculum GEOLOGIA E GEODINAMICA

Il curriculum Geologia e Geodinamica prevede i seguenti insegnamenti, che danno luogo a 12 esami:
PRIMO ANNO - 56 CFU - 8 esami

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Insegnamenti obbligatori:

- Geologia dei bacini sedimentari, GEO/02 – 8 CFU
- Prospezioni geofisiche, GEO/11 – 8 CFU
- Geodinamica e Geologia strutturale, GEO/03– 8 CFU
- Petrogenesi degli ambienti geodinamici, GEO/07– 8 CFU

Due insegnamenti (12 CFU) a scelta tra:

- Petrografia del sedimentario, GEO/02 – 6 CFU
- Tettonica attiva e vulcanotettonica, GEO/03 – 6 CFU
- Geologia del vulcanico, GEO/03 – 6 CFU
- Geologia stratigrafica e regionale, GEO/02 – 6 CFU

Un insegnamento (6 CFU) a scelta tra:

- Idrogeologia generale, GEO/05 – 6 CFU
- Metodi di indagine geologico-tecnica, GEO/05 – 6 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Insegnamento obbligatorio:

- Statistica, MAT/06 – 6 CFU

SECONDO ANNO - 64 CFU - 4 esami

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Un insegnamento (6 CFU) a scelta tra:

- Geocronologia e Archeometria, GEO/08 – 6 CFU
- Georisorse minerarie e lapidei, GEO/09 – 6 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Due insegnamenti (8 CFU) a scelta tra:

- Modellazione geologica 3D, GEO/03 – 4 CFU
- Geoenergia, GEO/05 – 4 CFU
- Applicazioni GIS avanzate, GEO/05 – 4 CFU
- Geofisica applicata, GEO/11– 4CFU
- Metodi di analisi geologico-strutturale, GEO/03 – 4 CFU

ALTRE ATTIVITÀ

- Insegnamenti a scelta dello studente per un totale di 16 CFU
- Tirocinio, 2 CFU
- Prova finale, 32 CFU

ATTIVITÀ FORMATIVE CARATTERIZZANTI

Queste attività comprendono insegnamenti che caratterizzano il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche. Gli insegnamenti sono concentrati soprattutto nel primo anno di corso. Per tali attività sono previsti 54 CFU per il Curriculum Geologia applicata, 60 CFU per il Curriculum Geologia marina e 56 CFU per il Curriculum Geologia e Geodinamica.

ATTIVITÀ FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

Le attività formative affini o integrative consentiranno di integrare e rafforzare le conoscenze acquisite, includendo argomenti e metodologie di insegnamento differenziate rispetto a quelle previste per gli insegnamenti caratterizzanti (es. attività di apprendimento sul terreno e campagne geologiche, laboratori pratici sui Sistemi Informativi Territoriali, laboratori pratici di varia tipologia, ecc.). Per tali attività sono previsti 16 CFU per il Curriculum Geologia applicata, 12 CFU per il Curriculum Geologia marina e 14 CFU per il Curriculum Geologia e Geodinamica

ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE

Sono previsti 16 CFU a scelta autonoma dello studente, relativi a insegnamenti scelti tra tutti quelli attivati dall'Ateneo tra i corsi di secondo livello, purché coerenti con il percorso formativo del corso. Ai fini del conteggio del numero complessivo degli esami, le attività a libera scelta conterranno per un solo esame, qualunque sia il numero degli esami sostenuti per acquisire i 16 CFU.

La "Commissione piani di studio" valuterà l'adeguatezza delle scelte effettuate dallo studente.

TIROCINI FORMATIVI E DI ORIENTAMENTO

E' previsto un tirocinio formativo di 2 CFU, volto ad introdurre il laureando alle tecniche analitiche che verranno poi utilizzate per la realizzazione della tesi. Il relatore di tesi sarà responsabile del tirocinio, che avrà frequenza obbligatoria (50 ore di attività) e che sarà certificata tramite un documento firmato attestante lo svolgimento di tali attività. Qualora il tirocinio debba essere svolto all'esterno, l'attività sarà certificata dal correlatore esterno con modalità analoghe.

ACCORDI PER LA MOBILITA' INTERNAZIONALE DEGLI STUDENTI

Il Corso di Studio incoraggia i periodi di formazione all'estero sia in forma di frequenza di insegnamenti sia per o svolgimento di attività di tirocinio sia per lo svolgimento di attività relative alla prova finale (tirocinio). Tali periodi vengono svolti nell'ambito di programmi di mobilità internazionale. I principali programmi ai quali il corso di studio partecipa per lo scambio di studenti e docenti sono Erasmus+ e Doppie Lauree. A questi si aggiungono il programma Erasmus Traineeship rivolto esclusivamente allo svolgimento di attività di tirocinio e di tesi triennale e magistrale in Europa, e il programma EXTRAEU per la preparazione di tirocini e tesi in cotutela presso istituzioni di Istruzione superiore, centri di ricerca e ONG, in paesi extra-europei.

Con il Programma Erasmus+ lo studente può fare un'esperienza di studio all'estero presso uno dei Partners Erasmus dell'Ateneo, per un periodo che può andare da un minimo di 3 mesi ad un anno, durante il quale potrà studiare e dare esami che saranno riconosciuti nel Piano di studi ai fini della Laurea. Informazioni dettagliate e l'elenco degli Atenei convenzionati sono disponibili sul sito: <http://www.unimib.it/go/45776>.

Il Programma Doppie Lauree prevede l'acquisizione di due titoli di studio, uno rilasciato dal proprio Ateneo e l'altro dall'Ateneo partner. A tal fine, l'Università degli Studi di Milano- Bicocca, la Michigan Technological University (USA) e la New York State University at Buffalo (USA), hanno dato vita ad un programma di doppia laurea, con speciale enfasi agli aspetti legati alla Geologia strutturale, Vulcanologia, e Geologia applicata. Il completamento di quanto previsto nel piano di studio concordato fra gli Atenei consentirà l'acquisizione del doppio titolo in: Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche e Master of Science Geology.

Ulteriori informazioni sul sito: <http://www.unimib.it/go/45778/Home/Italiano/Menu sinistra/Internazionalizzazione/Mobilita-internazionale/Doppie-Lauree/Doppia-laurea-Michigan-Bufferalo>.

Il Corso di Studio prevede una commissione dedicata alla mobilità internazionale degli studenti (Commissione Erasmus). La Commissione organizza ed effettua le selezioni dei candidati alla scadenza dei bandi, assiste gli studenti nella preparazione dei piani di studio da svolgere presso le Università estere e, al rientro, verifica le attività svolte durante il periodo di mobilità e presenta al CCD le richieste di riconoscimento in carriera delle stesse.

FORME DIDATTICHE

Le attività didattiche consistono in lezioni frontali, esercitazioni, laboratori, e attività svolte direttamente sul terreno. Alcuni insegnamenti potranno essere impartiti in lingua inglese. L'acquisizione delle competenze e della professionalità da parte degli studenti viene misurata in crediti formativi universitari (CFU). I CFU rappresentano il lavoro di apprendimento dello studente, comprensivo delle attività formative attivate dal Corso

di Laurea e dell'impegno riservato allo studio personale o da altre attività formative di tipo individuale. Un CFU corrisponde a 25 ore di lavoro complessivo, distribuite tra ore di lezione frontale, esercitazioni, laboratori, attività di terreno, studio individuale, attività di stage e tirocinio, e può avere le configurazioni che seguono:

- 7 ore di lezioni frontali in aula + 17 ore di studio personale;
- 12 ore di esercitazioni + 13 ore di studio personale;
- 12 ore di laboratorio + 13 ore di studio personale/riordino dei dati;
- 10 ore di attività di terreno +15 ore per il riordino dei dati.

MODALITÀ DI VERIFICA DEL PROFITTO

Le modalità di verifica del profitto degli studenti prevedono, per le discipline relative alle attività formative di tipo caratterizzante e affini/integrative, un esame o una prova finale orale o scritta con colloquio finale e con votazione in trentesimi. Eventuali relazioni scritte/orali potranno essere richieste dai docenti e, in questo caso, faranno parte integrante delle prove d'esame.

Per alcuni degli insegnamenti e per i tirocini formativi interni è richiesta una verifica della frequenza e una relazione scritta che dovrà essere approvata dai docenti stessi.

FREQUENZA

La frequenza alle lezioni, anche se non formalmente obbligatoria, è fortemente raccomandata. La partecipazione alle esercitazioni, laboratori e alle attività sul terreno relative all'anno di iscrizione, è obbligatoria (frequenza almeno del 75%). In casi particolari, in cui gli studenti siano impossibilitati a partecipare a tali attività, i singoli docenti potranno prevedere attività alternative, che dovranno comunque essere approvate dal Consiglio del Corso di Laurea.

PIANO DI STUDIO

Il piano di studio è l'insieme delle attività formative obbligatorie, delle attività previste come opzionali e delle attività formative scelte autonomamente dallo studente in coerenza con il regolamento didattico del corso di studio e l'orientamento scelto.

All'atto dell'iscrizione al primo anno allo studente viene automaticamente attribuito un piano di studio, che costituisce il piano di studio statutario.

Successivamente lo studente deve presentare un proprio piano di studio con l'indicazione delle attività opzionali e di quelle a scelta.

Il piano di studio è approvato dal Consiglio di Coordinamento Didattico di Scienze della Terra. Le modalità e le scadenze di presentazione del piano sono definite dall'Ateneo.

Il diritto dello studente di sostenere prove di verifica relative a una attività formativa è subordinato alla presenza dell'attività stessa nell'ultimo piano di studio approvato. Per quanto non previsto si rinvia al Regolamento Didattico d'Ateneo.

PROPEDEUTICITÀ

Sebbene non siano state stabilite propedeuticità, si richiama l'attenzione sul fatto che il piano degli studi potrà portare alla Laurea Magistrale nei tempi previsti soltanto se ogni esame verrà sostenuto con esito positivo immediatamente dopo la fine dell'insegnamento stesso.

ATTIVITÀ DI ORIENTAMENTO E TUTORATO

Il Consiglio di Coordinamento Didattico del Corso ha istituito una apposita "Commissione orientamento" che si incaricherà di seguire l'attività di orientamento e tutorato per gli studenti del corso. Sarà inoltre disponibile un docente/tutor di riferimento ogni 5 iscritti al corso.

SCANSIONE DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE E APPELLI D'ESAME

Gli insegnamenti sono costituiti da unità didattiche distribuite in due semestri, ognuno dei quali prevede un periodo di interruzione per lo svolgimento degli esami. Al termine di ogni semestre e nei periodi di interruzione della didattica sono previsti gli appelli d'esame (almeno 7 per ogni A.A. 5 ordinari e 2 straordinari). La stesura dell'orario delle attività didattiche sarà coordinata dalla Commissione orario. Le informazioni relative al calendario degli esami e orari delle lezioni, saranno disponibili sul sito internet del corso di studio (<http://www.disat.unimib.it>).

PROVA FINALE

Lo svolgimento di una tesi scritta sperimentale originale e individuale, con importanti contenuti scientifici e/o applicativi, è il requisito per l'accesso alla prova finale. La tesi deve fornire un contributo originale allo sviluppo delle conoscenze nel campo delle Scienze Geologiche. Le attività per la preparazione della tesi saranno svolte dallo studente sotto la supervisione di un relatore. La prova finale consiste nella presentazione e discussione della tesi in seduta pubblica davanti ad una commissione di docenti.

Per essere ammesso alla prova finale, lo studente deve aver conseguito i crediti relativi alle attività previste dal Regolamento che, sommati a quelli da acquisire nella prova finale, gli consentiranno di ottenere 120 CFU. Le attività relative alla preparazione della prova finale comporteranno l'acquisizione di 30 CFU per il curriculum Geologia marina e 32 CFU per i curricula Geologia applicata e Geologia e geodinamica.

Prima di iniziare le attività di tesi e comunque almeno nove mesi prima della prova finale, lo studente deve consegnare in segreteria la dichiarazione di inizio attività di tesi disponibile sul sito <http://elearning.unimib.it/course/view.php?id=13464>.

La domanda dovrà essere controfirmata dallo studente e dai relatori interni. Nel caso di attività esterne all'Ateneo, dovrà essere allegata una lettera di accettazione firmata dal supervisore esterno e dal responsabile

dell'ente ospitante. Gli studenti sono incoraggiati a scrivere l'elaborato di tesi in un'altra lingua dell'unione europea, con particolare riferimento alla lingua inglese. Dovrà comunque essere preparato un riassunto esteso dell'elaborato in lingua italiana e inglese (4-6 pagine).

La valutazione in centodecimi delle attività formative, che è stata espressa in trentesimi, sarà ottenuta mediando i singoli voti pesati per i crediti di ogni insegnamento aggiungendo un punteggio (fino a otto punti) assegnato dalla Commissione di laurea in funzione della qualità dell'elaborato di tesi e della presentazione. I membri della Commissione di Laurea, all'unanimità, potranno attribuire la lode sulla base della carriera scolastica (una o più lodi ottenute negli esami di profitto, media dei voti elevata, stesura della tesi in lingua straniera) e dei risultati scientifici ottenuti nelle attività relative alla prova finale.

Le date delle sessioni di laurea saranno disponibili sul sito <http://elearning.unimib.it/course/view.php?id=13464>

Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento

Il riconoscimento dei CFU acquisiti in attività formative svolte presso altri Corsi di Laurea Magistrale di questo o di altro Ateneo (senza limite per i CFU coinvolti) è soggetto all'approvazione del CCD di Scienze della Terra su proposta della Commissione Piani di Studio da esso nominata.

In base al D.M. 270/2004 e alla L. 240/2010, le università possono riconoscere come crediti formativi universitari le conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello postsecondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso per un massimo di 12 CFU, complessivamente tra corsi di laurea e laurea magistrale. Tale riconoscimento è soggetto all'approvazione del CCD di Scienze della Terra su proposta della Commissione Piani di Studio da esso nominata.

Attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del corso di studio

I docenti che svolgono attività formative afferiscono nella quasi totalità al Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra (DISAT), presso il quale vengono svolte attività di ricerca in vari campi delle Scienze della Terra e nelle sue applicazioni soprattutto nei seguenti ambiti:

- Paleontologia: Geobiologia e paleoecologia, Paleoclimatologia, Micropaleontologia;
- Geologia stratigrafica: petrografia del sedimentario;
- Geologia strutturale: analisi della deformazione fragile e duttile, cartografia geologico strutturale, ricostruzioni 3d, geologia del vulcanico, neotettonica, vulcano tettonica, ricostruzioni geodinamiche;
- Geomorfologia; geomorfologia marina, geomorfologia fluviale;
- Geologia applicata: geotecnica, geomeccanica, geomorfologia quantitativa, idrogeologia, telerilevamento e fotointerpretazione, valutazione della pericolosità e del rischio, analisi di stabilità;
- Mineralogia: mineralogia generale e applicata;
- Petrografia: ignea e metamorfica, magmatologia interazione roccia-fluido;
- Geochimica: geochimica isotopica, geochimica ambientale, geocronologia, archeometria;
- Georisorse: valutazione delle materie prime, pietre ornamentali, materiali lapidei;
- Fisica e geofisica: meccanica e proprietà reologiche delle rocce, fluidodinamica geofisica.

Docenti del corso di studio

GEO/01 Daniela Basso, Geobiologia, Biofacies;
GEO/01 Elisa Malinverno, Biofacies, Paleoceanografia e paleoclimatologia;
GEO/02 Eduardo Garzanti, Geologia dei bacini sedimentari, Geologia stratigrafica e regionale;
GEO/02 Sergio Andò, Petrografia del Sedimentario;
GEO/03 Andrea Zanchi, Geodinamica e geologia strutturale;
GEO/03 Alessandro Tibaldi, Tettonica attiva e vulcanotettonica;
GEO/03 Andrea Bistacchi, Metodi di analisi geologico-strutturali, Modellazione geologica 3D;
GEO/04 Alessandra Savini, Introduzione alla Geografia fisica marina;
GEO/05 Giovanni Battista Crosta, Idrogeologia, Geoenergia;
GEO/05 Federico Agliardi, Stabilità dei versanti, Metodi di indagine geologico-tecnica;
GEO/05 Paolo Frattini, Valutazione dei rischi geologici, Laboratorio modellazione idrogeologica, Applicazioni GIS avanzate;
GEO/07 Maria Luce Frezzotti, Petrogenesi degli ambienti geodinamici;
GEO/07 Nadia Malaspina, Petrogenesi degli ambienti geodinamici;
GEO/08 Igor Villa, Geocronologia e archeometria;
GEO/09 Alessandro Cavallo, Georisorse minerarie e lapidei;
GEO/12 Claudia Pasquero, Fisica del mare;
FIS/01 Marcello Campione, Geotecnica applicata;
ICAR/07 Riccardo Castellanza, Geotecnica applicata, Scavo e consolidamento terre e rocce;
MAT/06 Daniela Bertacchi, Statistica.

Altre informazioni

Sede del Corso: Edificio U4, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra (DISAT).

Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico: Prof. Paolo Frattini (Tel. 02-64482005, paolo.frattini@unimib.it),

• **Curriculum GEOLOGIA APPLICATA** - Docente di riferimento: Prof. Giovanni Battista Crosta (Tel. 02-64482029, e-mail: giovannibattista.crosta@unimib.it);

• **Curriculum GEOLOGIA MARINA** - Docente di riferimento: Prof. Daniela Basso (Tel. 02-64482078, e-mail: daniela.basso@unimib.it);

• **Curriculum GEOLOGIA e GEODINAMICA** - Docente di riferimento: Prof. Eduardo Garzanti (Tel.02-64482088, e-mail eduardo.garzanti@unimib.it)

Segreteria didattica:

Tel.0264482022; Fax 0264482073;

indirizzo e-mail: geo.didattica@unimib.it;

orario di ricevimento degli studenti: lunedì, mercoledì e venerdì ore 10.00-12.00;

Indirizzo internet del corso di laurea: <http://www.disat.unimib.it>).

Per le procedure e termini di scadenza di Ateneo relativamente alle immatricolazioni/iscrizioni, trasferimenti, presentazione dei Piani di studio consultare il sito web www.unimib.it

Sono possibili variazioni non sostanziali al presente Regolamento didattico. In particolare, per gli insegnamenti indicati come a scelta, l'attivazione sarà subordinata al numero degli studenti iscritti.

Seguono la tabella delle attività formative distribuite in base a tipologia di attività, ambito e settore scientifico disciplinare.

Il percorso formativo nei due anni risulta pertanto essere il seguente:

CURRICULUM GEOLOGIA APPLICATA 8 esami 60 CFU:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	1
PROSPEZIONI GEOFISICHE	8	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/11	PROSPEZIONI GEOFISICHE	8	1
IDROGEOLOGIA	12	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	IDROGEOLOGIA GENERALE	6	1
				GEO/05	IDROGEOLOGIA APPLICATA	6	1
METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	6	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/05	METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	6	1
GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/03	GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	1
GEOTECNICA APPLICATA	6	Caratterizzanti	Discipline ingegneristiche, giuridiche	ICAR/07	GEOTECNICA APPLICATA	6	1

INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO

STATISTICA	6	Affini e integrative	MAT/05	STATISTICA	6	1
------------	---	----------------------	--------	------------	---	---

UN INSEGNAMENTI A SCELTA TRA:

STABILITA' DEI VERSANTI	6	Affini e integrative	GEO/05	STABILITA' DEI VERSANTI	6	1
VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI	6	Affini e integrative	GEO/05	VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI	6	1

Secondo anno per un totale di 60 cfu e 3 esami:

INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO

GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/09	GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	2
--------------------------------	---	-----------------	---	--------	--------------------------------	---	---

ATTIVITA' FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

GEOENERGIA	4	Affini e integrative	GEO/05	GEOENERGIA	4	2
SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	4	Affini e integrative	GEO/05	SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	4	2
APPLICAZIONI GIS AVANZATE	4	Affini e integrative	GEO/05	APPLICAZIONI GIS AVANZATE	4	2
GEOFISICA APPLICATA	4	Affini e integrative	GEO/11	GEOFISICA APPLICATA	4	2
LABORATORIO MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA	4	Affini e integrative	GEO/05	LABORATORIO MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA	4	2

				CFU	Anno di corso
A scelta autonoma dello studente (art.10, comma 5, lettera a)				16	2
Per la prova finale (art.10, comma 5, lettera c)				32	2
Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)		tirocinio		2	2

CURRICULUM GEOLOGIA E GEODINAMICA 8 esami 56 CFU:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	1
PROSPEZIONI GEOFISICHE	8	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/11	PROSPEZIONI GEOFISICHE	8	1
GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	1
PETROGENESI DEGLI AMBIENTI GEODINAMICI	8	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/07	PETROGENESI DEGLI AMBIENTI GEODINAMICI	8	1

DUE

INSEGNAMENTI A SCELTA TRA:

PETROGRAFIA DEL SEDIMENTARIO	6	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	PETROGRAFIA DEL SEDIMENTARIO	6	1
TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA	6	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA	6	1
GEOLOGIA DEL VULCANICO	6	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	GEOLOGIA DEL VULCANICO	6	1
GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE	6	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE	6	1

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

IDROGEOLOGIA GENERALE	6	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	IDROGEOLOGIA GENERALE	6	1
METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	6	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	6	1

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
--------------	-----	------------------------------	--------	-----	--------	------------	---------------

INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO

STATISTICA	6	Affini e integrative			STATISTICA	6	1
------------	---	----------------------	--	--	------------	---	---

Secondo anno per un totale di 64 cfu e 4 esami:

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/08	GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	6	2
GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/09	GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	2

ATTIVITA' FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

DUE INSEGNAMENTI A SCELTA TRA:

GEOENERGIA	4	Affini e integrative		GEO/05	GEOENERGIA	4	2
MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D	4	Affini e integrative		GEO/03	MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D	4	2
APPLICAZIONI GIS AVANZATE	4	Affini e integrative		GEO/05	APPLICAZIONI GIS AVANZATE	4	2
GEOFISICA APPLICATA	4	Affini e integrative		GEO/11	GEOFISICA APPLICATA	4	2
METODI DI ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE	4	Affini e integrative		GEO/03	METODI DI ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE	4	2

CURRICULUM GEOLOGIA MARINA 11 esami 60 CFU:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	1
PROSPEZIONI GEOFISICHE	8	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/11	PROSPEZIONI GEOFISICHE	8	1
GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	1
GEOBIOLOGIA	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/01	GEOBIOLOGIA	8	1
FISICA DEL MARE	6	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/12	FISICA DEL MARE	6	1
BIOFACIES	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/01	BIOFACIES	8	1

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA FISICA MARINA	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/04	INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA FISICA MARINA	8	1

INSEGNAMENTO OBBLIGATORIO

STATISTICA	6	Affini e integrative			STATISTICA	6	1
------------	---	----------------------	--	--	------------	---	---

Secondo anno per un totale di 60 cfu e 3 esami

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/08	GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	6	2
GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/09	GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	2

ATTIVITA' FORMATIVE AFFINI O INTEGRATIVE

PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA	6	Affini e integrative		GEO/01	PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA	6	2
-------------------------------------	---	----------------------	--	--------	-------------------------------------	---	---

		CFU	Anno di corso
A scelta autonoma dello studente (art.10, comma 5, lettera a)		16	2
Per la prova finale (art.10, comma 5, lettera c)		30	2
Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)	tirocinio	2	2

Per le procedure e i termini di scadenza di Ateneo, relativamente alle immatricolazioni/iscrizioni, trasferimenti, presentazione dei Piani di studio, consultare il sito web: www.unimib.it

Sono possibili variazioni non sostanziali al presente regolamento. In particolare, per gli insegnamenti indicati come a scelta, l'attivazione sarà subordinata al numero degli studenti iscritti.

GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	GEOLOGY OF SEDIMENTARY BASINS
I anno, I semestre	I year, I semester
CFU 8	ECTS 8
Docente Prof. Eduardo Garzanti	Lecturer Prof. Eduardo Garzanti
Contenuti Studio dei processi geologici a grande scala, evoluzione dei bacini sedimentari e formazione delle risorse energetiche e minerarie associate	Contents Study of large-scale geological process, evolution of sedimentary basins and formation of associated economic resources
Testi di riferimento Busby, C., & Azor, A. 2012. Tectonics of sedimentary basins: recent advances. Wiley-Blackwell, Oxford. Busby C.J. & Ingersoll R.V., 1995. Tectonics of Sedimentary Basins. Blackwell Science.	References Busby, C., & Azor, A. 2012. Tectonics of sedimentary basins: recent advances. Wiley-Blackwell, Oxford. Busby C.J. & Ingersoll R.V., 1995. Tectonics of Sedimentary Basins. Blackwell Science.
Obiettivi formativi Capacità di analizzare e comprendere i fenomeni geologici a scala globale e i processi che portano alla formazione dei bacini sedimentari e delle risorse minerarie ed energetiche associate	Aims Understanding geological phenomena at global scale and processes leading to the formation of sedimentary basins and associated mineral resources and hydrocarbons.
Prerequisiti Buone conoscenze geologiche di base e di terreno.	Prerequisites Firm knowledge of basic theoretical and field geology.
Modalità didattica - Lezioni in aula.	Teaching form Classroom lectures.
Modalità di verifica - esame scritto di conoscenza generale + esame orale + relazione scritta su uno specifico ambiente geodinamico con esempi reali	Examination type - written examination (general knowledge) + oral examination + written report on a specific geodynamic setting with examples
Programma per esteso Meccanismi di subsidenza. Classificazione dei bacini sedimentari. Margini divergenti e bacini associati: rift continentali attivi e passivi; sistema Mar Rosso - Golfo di Aden; margini continentali passivi; bacini intracratonici. Margini convergenti e bacini associati: sistemi arco-fossa; complessi di subduzione; bacini di forearc, intra-arc e back-arc. Catene in obduzione e catene in collisione; bacini di avampaese; bacini di retrocatena; bacini satellite; esempi dalla catena Alpino-himalayana e dagli Appennini. Margini trasformati e bacini associati: sistemi trascorrenti; bacini transtensivi, transrotazionali e transpressivi. Principi di Geologia d'Italia: Alpi e Appennini.	Programme Subsidence mechanisms. Classification of sedimentary basins. Divergent plate margins and associated sedimentary basins: active and passive rifts; the Red Sea - Gulf of Aden system; passive continental margins; intracratonic basins. Convergent plate margins and associated basins: arc-trench systems; subduction complexes; forearc, intra-arc, and back-arc basins. Obduction orogens. Collision orogens; foreland and retroarc basins; piggy-back basins; examples from the Himalayas, the Alps and the Apennines. Transform plate margins and associated basins: strike-slip systems and pull-apart basins. Fundamentals of Italian Geology: the Alps and the Apennines.
Altre informazioni: Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information: Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	GEODYNAMICS AND STRUCTURAL GEOLOGY
I anno, secondo semestre	I year, II semester
CFU 8	ECTS 8
Docente Prof. Andrea Zanchi	Lecturer Prof. Andrea Zanchi
Contenuti Approfondimento delle caratteristiche delle principali strutture fragili e duttili e dei meccanismi deformativi associati. Loro collocazione e descrizione di associazioni complesse nei vari contesti geodinamici che caratterizzano la litosfera con esempi riferiti all'area alpina, mediterranea e himalayana. Introduzione all'analisi strutturale a scala mesoscopica e alla struttura delle Alpi.	Contents Analysis of the main brittle and ductile structures and of the associated deformation mechanisms. Complex structural associations in the different geodynamic context at a lithospheric scale, with reference to the Apine, Mediterranean and Himalayan regions. Introduction to mesoscopic structural analyses and to the geology of the Alps.
Testi di riferimento <ul style="list-style-type: none"> . Fossen H. Structural Geology. Cambridge University Press 2010 e relativo materiale didattico on line. . Kearey Ph., Clapeis K.A. and Vine F.J., 2008. Global Tectonics (third edition). Wiley-Blackwell, 482 pp. (pdf) . Dispense del corso e articoli in formato digitale (pdf) 	References <ul style="list-style-type: none"> . Fossen H. Structural Geology. Cambridge University Press 2010 e relativo materiale didattico on line. . Kearey Ph., Clapeis K.A. and Vine F.J., 2008. Global Tectonics (third edition). Wiley-Blackwell, 482 pp. (pdf) . Materials and scientific papers in a digital format (pdf)
Obiettivi formativi Il corso comprende 42 ore di lezioni frontali, 12 ore di laboratorio e 10 ore di attività di terreno. Scopo del corso è di introdurre gli studenti allo studio dei differenti contesti geodinamici attraverso un approccio di tipo geologico-strutturale analitico, basato sulla conoscenza delle principali strutture fragili e duttili connesse alla deformazione della litosfera e sullo studio delle associazioni strutturali che caratterizzano i principali ambienti deformativi presenti nella stessa. Le lezioni frontali avranno come argomento l'analisi dei differenti contesti geodinamici e delle principali strutture connesse, con particolare riferimento ai margini attivi e alle catene orogeniche. Oltre alla presentazione di principi generali e modelli teorici, le lezioni affronteranno numerosi esempi di casi di studio reali riferiti principalmente alla catena alpino-himalayana e all'area mediterranea. I laboratori sono finalizzati allo studio delle strutture mesoscopiche e alla loro rappresentazione attraverso proiezioni stereografiche. L'escursione riguarderà la visita di un settore della catena alpina.	Aims This present course includes 42 hours of lessons, 12 hours in a lab and 10 hours for field activities. Aim of the course is to introduce students to the study of the different geodynamic environments through a structural approach based on the analysis of tectonic structures. The main emphasis will be on active margins and orogenic belts. General principles and theoretical models will be discussed, as well as several real examples chosen in the Alpine-Himalayan belts and in the Mediterranean region. Advanced exercises on stereographic projections, the construction of complex geological cross sections, mesoscopic structural field analyses will be the subject of lab activities. A short final fieldtrip in the Alps will be carried out at the end of the course.
Prerequisiti Conoscenza di base della geologia strutturale e delle principali strutture derivanti dalla deformazione dei materiali rocciosi. Conoscenze di base dei principi della tettonica delle placche e conoscenze di petrografia. Capacità di utilizzare software applicativo in ambiente windows.	Prerequisites Fundamentals of structural geology and tectonics. Fundamentals of Plate Tectonics and of Petrology. Use of specific software in a windows environment.
Modalità didattica <ul style="list-style-type: none"> - Lezione frontale, - Laboratorio - Attività di campo 	Teaching form <ul style="list-style-type: none"> - Lessons, - Laboratory experiences, - Field activity
Modalità di verifica <ul style="list-style-type: none"> - esame orale - gli studenti potranno presentare parte del programma attraverso una presentazione orale facoltativa su argomenti da concordare con il docente. 	Examination type <ul style="list-style-type: none"> - Oral examination - Students are encouraged to present part of the program through an oral presentation. The subject will be chosen with the lecturer.

GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	GEODYNAMICS AND STRUCTURAL GEOLOGY
<p>Programma per esteso Principali argomenti del corso: deformazione elastica, comportamento fragile, comportamento duttile, plasticità intracristallina e microstrutture associate; reologia della litosfera e dell'astenosfera. Meccanica della fratturazione, giunti, faglie, terremoti. Strutture duttili: zone di taglio e miloniti, pieghe, foliazioni e lineazioni. Tettonica delle placche; frammentazione dei continenti, processi di rifting, oceanizzazione e evoluzione dei margini passivi; ofioliti; dorsali e trasformi oceaniche; margini attivi, zone di subduzione e prismi d'accrezione; orogeni andini non collisionali e collisione continentale; catene a pieghe e sovrascorrimenti trasformi intracontinentali; fenomeni di indentazione a scala continentale e collasso postorogenico. I laboratori prevedono esercizi sulle proiezioni stereografiche per l'analisi di pieghe e faglie e la costruzione di sezioni geologiche complesse. L'escursione sul terreno si svolgerà nelle Alpi e riguarderà l'analisi strutturale mesoscopica e la struttura a grande scala della catena.</p>	<p>Programme Rocks rheology: elastic deformation, brittle and plastic behaviour, intracristalline plasticity and associated tectonic structures; lithosphere and asthenosphere. Plate motions; continental break-up, rifting and ocean spreading; oceanic ridges and transform faults, subduction zones and accretionary wedges, forearc and back-arc basins; ophiolites, obduction and continental collision, intracontinental transform faults; continental indentation and post-orogenic extension. The use of stereographic projections in fold and fault analyses and the construction of complex geological sections related to different deformational environments will be carried out during practical activities. A final field excursion in the Alps will be devoted to mesoscopic analyses and to the general structure of the belt.</p>
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

IDROGEOLOGIA	HYDROGEOLOGY
I anno, annualità	I year,
CFU 12	ECTS 12
<p>Docente Prof. Giovanni Battista Crosta</p>	<p>Lecturer Prof. Giovanni Battista Crosta</p>
<p>Contenuti Lo studente apprenderà nozioni base ed avanzate di idrogeologia e idrogeologia applicata e dei contaminanti, nonché di monitoraggio, messa in sicurezza e bonifica.</p>	<p>Contents Students will learn basic knowledge on hydrogeology, applied and contaminant hydrogeology, treatment of contaminated sites</p>
Testi di riferimento	References
<p>Obiettivi formativi Fornire competenze circa: l'immagazzinamento e circolazione di acqua nel sottosuolo, la stima della riserve idriche sotterranee e della risorsa idrica rinnovabile; la caratterizzazione degli acquiferi con prove di portata per la determinazione dei parametri idraulici delle falde.</p>	<p>Aims To provide advanced knowledge and modelling techniques for: the identification and characterization of aquifers, the laws that govern groundwater flow, the contaminant migration and solute transport; the hydrogeological investigations.</p>
<p>Prerequisiti È richiesta la conoscenza di base di Geologia Applicata, Metodi di indagine geologico tecnica, Fisica e Matematica</p>	<p>Prerequisites A base-level knowledge in engineering geology, site investigation, physics and mathematics is required</p>
<p>Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio - Esercitazioni</p>	<p>Teaching form - Lessons - Laboratory experiences</p>
<p>Modalità di verifica - esame orale</p>	<p>Examination type - Oral examination</p>

IDROGEOLOGIA	HYDROGEOLOGY
<p>Programma per esteso Idrogeologia generale: Ciclo idrologico dell'acqua e circolazione in diversi ambienti geologici. Bilancio idrico: precipitazioni, temperature, evapotraspirazione reale e potenziale. Flusso idrico in condizioni sature ed insature in terreni, rocce porose e rocce fratturate. Ricostruzione ed interpretazione di superfici piezometriche. Classificazione e analisi delle sorgenti. Progettazione e installazione di pozzi. Monitoraggio e interpretazione di test in pozzo e di pompaggio. Campionamento in pozzo. Trasporto di soluti e migrazione di contaminanti in suoli saturi ed insaturi. Processi multi-fluido.</p> <p>Idrogeologia applicata: Interazione tra matrice e soluti. Trasformazione, attenuazione e decadimento dei contaminanti. Biodegradazione: teoria, stime in sito e modelli. Composti organici ed inorganici nelle acque sotterranee. Opere per la messa in sicurezza e bonifica di siti contaminati. Analisi di rischio per la contaminazione di suoli e dell'acqua sotterranea. Normative di riferimento: legislazione regionale, nazionale e comunitaria in tema di acque sotterranee e superficiali. Esercitazioni: costruzione di reti di flusso; soluzioni semplici del flusso idrico sotterraneo; interpretazione di test in pozzo. Progettazione di attività di bonifica di siti contaminati.</p>	<p>Programm Fundamentals of hydrogeology Hydrologic cycle and water circulation in different geological systems. Hydrogeological balance: rainfall, temperature, real and potential evapotranspiration. Fluid flow in saturated and unsaturated soil, porous rocks or jointed rocks. Reconstruction and interpretation of piezometric surfaces. Classification and analysis of springs. Well design and installation. Monitoring and interpretation of well hydraulic testing and pumping tests. Well sampling. Applying site characterization to model development. Solute transport and contaminant migration in saturated and unsaturated soils. Multi-fluid processes.</p> <p>Applied hydrogeology Interaction between soil matrix and solutes. Transformation, attenuation and decay processes of solutes. Biodegradation: theory, in situ estimation, and modelling. Organic and inorganic compounds in subsurface water. Treatments at contaminated sites. Risk analysis for soil and water contamination. Reference legislation: regional, national and european laws for superficial and subsurface water. Lab exercises: Flow net construction, simple solution of water flow in porous media, interpretation of well tests. Design of a reclamation scheme for different contaminated sites.</p>
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

GEOBIOLOGIA	GEOBIOLOGY
I anno, I semestre	I year, I semester
CFU 8	ECTS 8
<p>Docente Prof. Daniela BASSO</p>	<p>Lecturer Prof. Daniela BASSO</p>
<p>Contenuti Coevoluzione di geosfera e biosfera, biomineralizzazione, carbonati biogenici, biocostruzioni, sedimenti e benthos, zonazione bentonica, elementi di biogeochimica e archivi naturali, il global change in corso.</p>	<p>Contents Coevolution of geosphere and biosphere, biomineralization, biogenic carbonates, bioconstruction, sediments and benthos, benthic zonation, introductory biogeochemistry and natural archives, the ongoing global change</p>
<p>Testi di riferimento Dispense e articoli di approfondimento forniti dal docente</p>	<p>References Slides and selected scientific papers provided by the teacher</p>
<p>Obiettivi formativi Fornire le competenze per la comprensione delle interazioni tra biosfera, idrosfera e geosfera. Acquisire gli schemi concettuali e operativi per lo studio e l'interpretazione degli ambienti marini attuali e per la ricostruzione degli ambienti marini e della loro evoluzione nel registro geologico.</p>	<p>Aims To provide the tools to understand the interactions among biosphere, hydrosphere and geosphere. To acquire the conceptual and operative frameworks for the study and interpretation of the modern marine environments and for their reconstruction in the geological record.</p>

GEOBIOLOGIA	GEOBIOLOGY
Prerequisiti Paleontologia	Prerequisites Palaeontology
Modalità didattica - Lezione frontale (6 cfu) - Laboratorio (2 cfu)	Teaching form - Lessons, - Laboratory
Modalità di verifica - esame scritto e orale	Examination type - Written and oral examination
Programma per esteso Lezioni: Il benthos nella geologia storica. Tipi di estinzione e principali eventi nella storia della Terra. La comparsa della calcificazione organica e i processi di biomineralizzazione. Fotosintesi e chemiosintesi. Chimica degli oceani e biomineralizzazione. Biogeografia del plancton. Evoluzione delle associazioni di biocostruttori nel Fanerozoico. La biocostruzione attuale: strutture, associazioni biologiche, fattori ecologici di controllo e distribuzione. Caratteri diagnostici, significato e distribuzione delle principali associazioni bentoniche e sedimenti associati. Zonazione del benthos nei mari attuali come chiave d'interpretazione del record geologico. Il ruolo del benthos nella geomorfologia ed evoluzione delle piattaforme carbonatiche. Biocenosi, comunità, associazioni e interpretazione dei fossili assemblages in funzione dei principali processi biostratinomici. Fenomeni chimici all'interfaccia acqua-sedimento. Riconoscimento e interpretazione delle principali icnofacies. Proxies biogeochimici e archivi naturali. Il global change in corso e il feed-back geobiologico. Esercitazioni. Analisi geobiologica di materiale fossilifero e sua interpretazione. Uscita didattica presso una o più successioni sedimentarie carbonatiche terziarie e/o quaternarie.	Programme Lessons: The benthos in the geologic history. Extinctions and major events in the Earth history. The appearance of organic calcification and the biomineralization. Photosynthesis and chemosynthesis. Ocean chemistry and biomineralization. The evolution of biogenic builders in the Phanerozoic. The modern bioconstruction: structures, biological associations, ecological factors of control and distribution. Diagnosis, significance and distribution of the major benthic associations and related sediments. Benthic zonation in the present-day oceans as key to understand the geological record. The benthos in the geomorphology and evolution of carbonate platforms. Biocoenoses, communities, associations and interpretation of fossil assemblages on the basis of the biostratinomic processes. The chemical environment at the water-sediment interface. Identification and interpretation of the most important ichnofacies. Biogeochemical proxies and natural archives. The ongoing global change and the geobiological feed-back. Laboratory. Geobiological analyses of fossil-bearing material and its interpretation. Field-trip at tertiary and/or quaternary carbonate successions.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

GEOTECNICA APPLICATA	APPLIED GEOTECHNICAL ENGINEERING
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Riccardo Castellanza (5CFU) Prof. Marcello Campione (1CFU)	Lecturer Prof. Riccardo Castellanza (ECTS 5) Prof. Marcello Campione (CFU 1)
Contenuti Applicazioni delle conoscenze acquisite nel corso di Geologia Applicati a problemi tipici di ingegneria geotecnica	Contents The course intent to deal with geotechnical engineering problems applying the concepts of Engineering Geology
Testi di riferimenti Nova R. (2008). Meccanica delle Costruzioni Geotecniche. Città Studi, Milano.	References Nova R. (2008). Meccanica delle Costruzioni Geotecniche. Città Studi, Milano.

GEOTECNICA APPLICATA	APPLIED GEOTECHNICAL ENGINEERING
<p>Obiettivi formativi Fornire competenze specifiche legate al profilo del geologo applicato in relazione alle principali opere di ingegneria geotecnica. Le conoscenze di base acquisite nel corso di geologia applicata verranno applicate all'analisi di problemi al contorno con metodi tradizionali e metodi numerici.</p>	<p>Aims The main goal of the course consists in giving specific knowledge to the engineering geology to deal with geotechnical engineering problem. The basic concepts acquired during the engineering geology course will be applied to boundary value problems of geotechnical engineering using simplified methods and more complex numerical methods.</p>
<p>Prerequisiti Geologia Applicata</p>	<p>Prerequisites Engineering Geology</p>
<p>Modalità didattica - Lezione frontale, 24 ore - Esercitazioni, 36 ore</p>	<p>Teaching form - Lessons, 24 hours - Practics, 36 hours</p>
<p>Modalità dell'esame Scritto e orale Valutazione dell'esame: È richiesta la sufficienza in entrambe le prove</p>	<p>Examination type Written and discussion of the contents Evaluation It is required to show a sufficient level of learning both in written and oral presentation</p>
<p>Programma per esteso Obiettivi generali Richiami teorici Richiami di meccanica del continuo. Grandezze fisiche di interesse per lo studio dei continui: tensori di sforzo e di deformazione. Cenni all'algebra vettoriale e tensoriale. Legami costitutivi lineari. Introduzione alla modellazione costitutiva dei terreni e delle rocce. Criteri di rottura per analisi a breve termine ed a lungo termine. Richiami interazione fluido terreno in regime di filtrazione stazionario e transitorio.</p> <p>Analisi di opere geotecniche Metodi di calcolo della spinta delle terre su opere di sostegno. Analisi di stabilità di muri di sostegno a gravità ed a mensola e di opere di sostegno realizzate con terre armate e rinforzate mediante geosintetici. Metodi di verifica di paratie a mensola e tirantate. Analisi limite per l'ingegneria geotecnica. Calcolo della capacità portante di fondazioni superficiali soggette a differenti condizioni di carico. Capacità portante di fondazioni profonde su pali e palificate. Cenni al calcolo dei cedimenti delle fondazioni. Analisi di stabilità scivolamenti traslazionali (metodi dell'equilibrio limite e di Newmark). Analisi di stabilità di scivolamenti con meccanismo rotazionale. Stabilità di scarpate e di fronti di scavo. Cenni alle opere in sotterraneo. Analisi di stabilità di argini fluviali e dighe in terra. Metodi di analisi per la caduta massi. Interventi di stabilizzazione di versanti. Drenaggi profondi e trincee drenanti. Cenni alla normativa vigente. Modellazione numerica Introduzione ai metodi di modellazione numerica per problemi geotecnici. Metodi degli elementi finiti e degli elementi discreti. Cenni a modelli costitutivi avanzati per i terreni. Applicazione numeriche a problemi geotecnici; in particolare analisi di stabilità di versanti, di opere di sostegno e di scavi.</p>	<p>Programme General Objectives Theoretical background Basic concepts of continuum mechanics. Physical quantities related to the study of continuous media: stress and deformation tensors. Basic concepts of vector and tensor algebra. Linear constitutive models. Introduction to constitutive modelling of soils and rocks. Failure criteria for undrained and drained analyses. Basic concepts of the interaction between fluid and solid skeleton interaction in steady and transient state</p> <p>Geotechnical practical application Methods for evaluating earth pressure on retaining walls. Analysis of stability of retaining walls (gravity and cantilever). Evaluation of stability for reinforced earth structures with geosynthetics. Methods of verification of flexible diaphragm walls with and without anchors. Limit analysis for geotechnical engineering. Calculation of bearing capacity of shallow foundations subjected to different load conditions. Bearing capacity of deep foundations on piles. Outline on the calculation of subsidence of the foundations. Stability analysis of translational landslides (limit equilibrium methods and Newmark). Slope stability analyses with a rotational mechanism. Stability of embankments and excavation fronts. Outline on geotechnical aspects for underground works. Stability analysis of river embankments and earth dams Methods of analysis for rockfall. Intervention to stabilize the slopes. Deep drainage trenches and drainage. Local regulations codes. Numerical modeling Introduction to numerical methods for modeling geotechnical problems. Finite element methods and discrete elements. Advanced constitutive models for soils. Numerical application to geotechnical problems, in particular stability analysis of slopes, retaining structures and underground excavations.</p>

GEOTECNICA APPLICATA	APPLIED GEOTECHNICAL ENGINEERING
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

STATISTICA	STATISTICA
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Daniela Bertacchi	Lecturer Prof. Daniela Bertacchi
Contenuti Corso di base in metodi statistici descrittive e inferenziali.	Contents It is a first level course on the basic tools of descriptive and inferential statistics.
Testi di riferimento Calcolo delle probabilità e Statistica, di Marco Bramanti, Esculapio Editore. Esercizi di probabilità e statistica, di Bertacchi, Bramanti e Guerra, Esculapio Editore	References Calcolo delle probabilità e Statistica, di Marco Bramanti, Esculapio Editore. Esercizi di probabilità e statistica, di Bertacchi, Bramanti e Guerra, Esculapio Editore
Obiettivi Comprendere e imparare a usare i primi rudimenti dei metodi statistici.	Aims Understand the meaning and how to use basic statistical methods.
Prerequisiti Operazioni su insiemi; significato di funzione; calcolo (integrazione di funzioni su R).	Recommended a priori knowledge Set theory; real functions; calculus (integration of real functions).
Modalità didattica Lezioni frontali in aula: 20 ore Lezioni online su elearning.unimib.it (modalità blended): 28 ore	Teaching form Lessons in the classroom: 20 hours Online lessons on elearning.unimib.it (blended learning): 28 hours
Modalità dell'esame esame scritto e orale Valutazione dell'esame: - Voto in trentesimi 18-30/30	Examination type Written and Oral examination Mark range: 18-30/30
Programma Statistica Descrittiva Vettori di dati, Media, varianza, deviazione standard. Istogrammi. Mediana, quartili, quantili, Boxplot. Covarianza e coefficiente di correlazione, diagramma di dispersione. Probabilità Probabilità di eventi; indipendenza di eventi. Variabili aleatorie discrete, densità, funzione di ripartizione, media e varianza di v.a. discreta. Esempi: uniforme discreta, binomiale, geometrica, Poisson. Variabili aleatorie continue, densità, funzione di distribuzione, media, varianza. Esempi: uniforme continua, esponenziale, gaussiana. Legge dei grandi numeri. Teorema del limite centrale (uso delle tavole della normale standard). Statistica Inferenziale Campioni, stimatori, stimatori non distorti. Stimatore della media. Stimatore non distorto della varianza. Intervalli di confidenza per la media (a varianza nota e ignota).	Syllabus Course Descriptive Statistics Data vectors, mean, variance, standard deviation. Histograms. Median, quartiles, quantiles, Boxplot. Covariance and correlation, scatterplot. Probability Probability of events; independence of events. Discrete random variables, density, distribution function, mean and variance of discrete random variables. Examples: discrete uniform, binomial, geometric, Poisson. Continuous random variables, density, distribution function, mean, variance. Examples: continuous uniform, exponential, Gaussian. Law of large numbers. Central limit theorem (use of the tables of the standard normal). Inferential Statistics Samples, estimators, unbiased estimators. Estimator of the mean. Unbiased estimator of the variance. Confidence intervals for the mean (with known or

STATISTICA	STATISTICA
Test d'ipotesi. Errore di prima e di seconda specie. Livello di significatività. P-value. Test su una media (monolatero e bilatero a varianza nota e ignota). Test su due medie. Test chi quadro di adattamento e di indipendenza. Regressione lineare.	unknown variance). Test of hypothesis. First and second type error. Level of a test, P-value. Test on a mean (monolateral and two-sided with known or unknown variance). Test on two averages. Chi-squared test of adaptation and of independence. Linear regression.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail. Prima dell'inizio del corso verrà allestita e reso disponibile il corso interattivo su elearning.unimib.it . Tutti gli studenti devono iscriversi per avere accesso al materiale didattico e partecipare alle attività erogate in modalità blended.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail. Before the beginning of the course the interacting web course will be made available at elearning.unimib.it . All the students must enroll subscribe in order to be able to download the didactic material and to participate to the online activities.

INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA FISICA MARINA	INTRODUCTION TO MARINE PHYSICAL GEOGRAPHY
I anno, I semestre	I year, I semester
CFU 8	ECTS 8
Docente Dott. Alessandra Savini	Lecturer Dr. Alessandra Savini
Contenuti Il corso fornirà le conoscenze basilari utili al riconoscimento delle forme costiere e di ambiente sommerso e alla comprensione dei processi che ne controllano la genesi, il modellamento e l'evoluzione nel tempo. Le attività di laboratorio ed esercitazioni saranno finalizzate a dare agli studenti l'opportunità di lavorare con dati e strumenti di ultima generazione, impiegati per la realizzazione di cartografie tematiche e GIS per l'ambiente marino.	Contents This course will provide basic knowledge about the differentiation of coastal and submarine landforms, with an introduction concerning the main processes responsible of their formation and evolution through time. Laboratory activities will offer the students the opportunity to use traditional and new advanced methods and techniques for submarine geomorphological mapping.
Testi di riferimento Panizza, Geomorfologia. Clueb ed., Bologna. Pranzini. La forma delle Coste. Zanichelli Robin Davidson-Arnott. Introduction to coastal processes and geomorphology. Cambridge University Press. D.A.V. Stow, H.G. Reading, Collinson J.D – Deep Seas. In: H.G. Reading, Sedimentary environment: Processes, Facies and Stratigraphy (Cap. 10). Blackwell Science. NC Mithcell. Submarine Geomorphology. Elsevier Selezione di articoli scientifici forniti dal docente.	References Panizza, Geomorfologia. Clueb ed., Bologna. Pranzini. La forma delle Coste. Zanichelli Robin Davidson-Arnott. Introduction to coastal processes and geomorphology. Cambridge University Press. D.A.V. Stow, H.G. Reading, Collinson J.D – Deep Seas. In: H.G. Reading, Sedimentary environment: Processes, Facies and Stratigraphy (Cap. 10). Blackwell Science. NC Mithcell. Submarine Geomorphology. Elsevier A selection of scientific journal articles will be provided by the teachers.
Obiettivi Fornire la conoscenza dei processi che generano, modellano e controllano l'evoluzione nel tempo delle forme costiere e sottomarine.	Aims Provide knowledge on the processes that form, shape and control the evolution of coastal and submarine landforms. Provide a basic knowledge about seafloor mapping techniques and methods.
Prerequisiti Fondamenti di fisica e matematica, sedimentologia, geomorfologia	Prerequisites Fundamentals of Mathematics and Physics
Modalità didattica Lezioni frontali Esercitazioni Laboratorio	Teaching form Lessons Tutorials Laboratory

INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA FISICA MARINA	INTRODUCTION TO MARINE PHYSICAL GEOGRAPHY
Modalità dell'esame esame orale Valutazione dell'esame: - Voto in trentesimi	Examination type Oral examination Mark range: 18-30/30
Programma: Dati e metodi d'indagine in geomorfologia sottomarina. Mappatura dei fondali, campionamento e ispezione visiva: strumenti e tecniche d'indagine. - Morfologie costiere e processi. Spiagge, cordoni litoranei, dune, delta ed estuary. Coste rocciose e scogliere coralline. - Processi e forme del rilievo sommerso. I fattori di controllo dei processi geomorfici sottomarini (tettonica, sedimentologia, oceanografia e biologia). Le piattaforme continentali, I canyon sottomarini, le frane sottomarine, I sistemi canali-arigne delle conoidi sottomarine, I drift contouritici, isole oceaniche e seamounts, dorsali oceaniche, morfologie create da risalite di gas e fluidi, piana abissale, fosse oceaniche, biocostruzioni in ambiente profondo.	Programme: - Data and methods in Marine Geomorphology. Seafloor mapping, seafloor sampling and visual surveys: tools and survey design. - Coastal landforms and processes. Beach and nearshore systems, coastal sand dunes, delta and estuaries, barrier systems. Rocky coasts and coral reefs. - Submarine landforms and processes. Drivers of seafloor geomorphic change in submarine environment (tectonic, sedimentology, oceanography and biology). Continental shelf landforms, submarine landslides, submarine canyons and gullies, channel and fans, contouritic drifts, oceanic islands and seamounts, mid-ocean ridges, fluid-escape features, abyssal hills and plains, trenches, bioconstructions
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	ENGINEERING GEOLOGICAL SURVEY AND SITE INVESTIGATION
I anno, I semestre	I year, I semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Federico Agliardi	Lecturer Prof. Federico Agliardi
Contenuti Teoria e tecniche di indagine geologico-tecnica e geomeccanica dei terreni e degli ammassi rocciosi, in superficie e nel sottosuolo.	Contents Theory and techniques of engineering geological and geomechanical characterisation of soils and rock masses at surface and depth.
Testi di riferimento Dispense e materiale bibliografico forniti dal docente	References Teacher's lecture notes and supplementary material
Obiettivi formativi Conoscenza approfondita dei metodi di acquisizione e analisi di dati per la caratterizzazione fisica e idro-geomeccanica di terreni e ammassi rocciosi, tramite rilievi in superficie e indagini del sottosuolo.	Aims Advanced knowledge of data collection and analysis methods for the physical and hydro-geomechanical characterization of soil and rock masses by surface and sub-surface site investigation.
Prerequisiti Geologia generale, idrogeologia, geologia applicata	Prerequisites Geology, hydrogeology, engineering geology
Modalità didattica - Lezione frontale - Esercitazione - Attività di campo	Teaching form - Lessons - Exercises - Fieldwork
Modalità di verifica Orale sulla teoria e discussione di relazioni sulle attività svolte in laboratorio e sul campo.	Examination type Oral examination and discussion of technical reports on laboratory and field work

METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	ENGINEERING GEOLOGICAL SURVEY AND SITE INVESTIGATION
<p>Programma per esteso Teoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Indagine geologico-tecnica in superficie e nel sottosuolo: norme tecniche, pianificazione e strutturazione per fasi; aspetti geologici e metodologici del rilevamento geologico-tecnico. 2) Tecniche di proiezione stereografica: proiezioni emisferiche; rappresentazione, analisi geometrica e statistica di dati di orientazione; applicazioni in geologia applicata e meccanica delle rocce. 3) Caratterizzazione geomeccanica degli ammassi rocciosi: natura e comportamento degli ammassi rocciosi; resistenza e deformabilità di roccia intatta, discontinuità e ammassi rocciosi; caratterizzazione delle discontinuità tramite campionamento areale o scanlines; applicazioni di tecniche remote (es. TDP, TLS); misure di orientazione, densità/intensità, persistenza e resistenza delle discontinuità; classificazioni geomeccaniche (RMR, Q, GSI); proprietà idro-meccaniche degli ammassi rocciosi, approccio di Hoek e Brown; caratterizzazione di ammassi rocciosi deboli e complessi. 4) Caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni: criteri descrittivi e prove di identificazione in sito, classificazione tecnica da dati di laboratorio e di rilevamento geologico-tecnico (USCS). 5) Indagine geologica e geotecnica del sottosuolo: pianificazione; perforazioni di sondaggio (tecniche, attrezzature, procedure), fluidi di perforazione, stabilizzazione del foro, sondaggi orientati; campionamento geotecnico di terre e rocce in scavi e sondaggi (fonti di disturbo, tecniche di prelievo e conservazione); logs di foro e di sondaggio, caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e geomeccanica di carote di sondaggio. 6) Prove geotecniche in situ: applicabilità, vantaggi e limitazioni; prove penetrometriche dinamiche (SPT, DP) e statiche, prove scissometriche, dilatometriche e pressiometriche, misura delle pressioni neutre. <p>Esercitazioni in laboratorio: Proiezioni stereografiche, classificazione geologico-tecnica di terreni, esecuzione di logs di sondaggio, elaborazione di dati da prove in situ.</p> <p>Attività di campo: Caratterizzazione geomeccanica di ammassi rocciosi, logging geomeccanico di carote di sondaggio, indagini in sito.</p>	<p>Contents (extended) Lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Engineering geological survey and site investigation: technical standards, investigation planning and project staging; general geological and methodological aspects. 2) Stereographic projection techniques: emispherical projections; plotting, geometrical and statistical analysis of orientation data; applications to engineering geology and rock mechanics. 3) Rock mass characterization: rock mass behaviours; strength and deformability of intact rock, discontinuities and rock masses; field discontinuity surveys using areal and scanline sampling; applications of remote survey techniques (e.g. TDP, TLS); measures of fracture orientation, density/intensity, persistence and strength; rock mass classification schemes (RMR, Q, GSI); hydro-mechanical properties of rock masses, Hoek-Brown approach; complex rock masses. 4) Engineering geological characterization of soils: criteria and tests for field identification and description, technical classification using laboratory or field data (USCS). 5) Geological and geotechnical site investigations: work planning; borehole drilling (techniques, equipment, procedures), drilling fluids, borehole support and stabilization, oriented boreholes; geotechnical sampling methods (source of disturbance, sampling techniques and tools); geological, geotechnical and geomechanical borehole logging. 6) In situ testing: applicability, advantages and limitations; SPT and dynamic penetration tests, cone penetration tests, field vane test, flat dilatometer and pressuremeter tests, pore pressure measurement. <p>Lab work: Stereographic projections, engineering classification of soils, geological and geotechnical core logging, analysis of site investigation data.</p> <p>Field work: Rock mass characterization, geomechanical core logging, site investigation.</p>
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

PROSPEZIONI GEOFISICHE	GEOPHYSICAL PROSPECTING
I anno, I semestre	I year, I semester
CFU 8	ECTS 8
Docente Dott. Roberto de Franco	Lecturer Dr. Roberto de Franco

PROSPEZIONI GEOFISICHE	GEOPHYSICAL PROSPECTING
<p>Contenuti Inversione dati geofisici, Analisi di segnali geofisici, Onde acustiche ed elastiche, Metodo sismico a rifrazione, metodo sismico a riflessione, Metodi elettrici in corrente continua, Polarizzazione indotta. Esercitazioni di laboratorio e di campo di sismica e geoelettrica.</p>	<p>Contents Geophysical data inversion, Geophysical signal analysis, Seismic refraction method, seismic reflection method, DC geo-electrical method, Induced polarisation. Laboratory and field experiences on seismic and geo-electrical methods.</p>
<p>Testi di riferimento Slides delle lezioni frontali, Kearey, P., M. Brooks, I. Hill. An Introduction to geophysical Exploration. Blackwell Pub., ISBN 0-632-04929-4.</p>	<p>References Lesson slides, Kearey, P., M. Brooks, I. Hill. An Introduction to geophysical Exploration. Blackwell Pub., ISBN 0-632-04929-4.</p>
<p>Obiettivi Fornire gli strumenti teorici e pratici: per applicare correttamente i metodi di prospezione geofisica e per sapere interpretare i dati geofisici.</p>	<p>Aims Providing the theoretical and practical: to correctly apply the methods of geophysical prospecting and know how to interpret geophysical data.</p>
<p>Prerequisiti Fisica di base: meccanica, elettromagnetismo, onde.</p>	<p>Prerequisites Physics basic: mechanics and electromagnetism, Waves.</p>
<p>Modalità didattica - Lezione frontale, - Esperienze di laboratorio e acquisizioni in campo,</p>	<p>Teaching form - Lessons, - Laboratory experiences and field acquisitions,</p>
<p>Modalità dell'esame esame orale valutazione elaborato su esercizi svolti a casa.</p>	<p>Examination type Oral examination – Evaluation of the home exercise report.</p>
<p>Programma Introduzione all'inversione di dati geofisici: spazio dei dati e dei modelli e ipotesi a-priori: il problema della regressione di dati sperimentali come problema inverso. Introduzione all'analisi del segnale geofisico e loro trattamento basico (analisi spettrale, filtraggio, convoluzione e crosscorrelazione). Introduzione al processing in diversi domini di elaborazione (tempo, frequenza e numeri d'onda). Onde e loro generalità, propagazione delle onde acustiche ed elastiche: fronti d'onda e raggi sismici. Relazione tra velocità delle onde elastiche e moduli elastici. Sismica a rifrazione e suoi fondamenti teorici. Tecniche di acquisizione dati e metodi di inversione dei dati a rifrazione: singolo profilo, profili reciproci, delay-time, GRM. Tecniche di imaging a rifrazione e tomografia sismica da primi arrivi. Metodo di sismica a riflessione e suoi fondamenti teorici. Tecniche di acquisizione dati sismici a riflessione e configurazioni dati. Domini e principali passi di elaborazione di dati sismici a riflessione: Input della geometria, filtraggi, guadagno, sorting del dato, analisi di velocità, correzione di NMO, stacking e migrazione. Teoria di base del metodo della resistività in corrente continua. Legge di Archie. Sondaggi elettrici verticali, profili di resistività e tomografia elettrica. Inversione dati geoelettrici ed interpretazione: metodi di inversione numerica e metodi degli abachi e delle curve ausiliarie. Metodo della polarizzazione indotta nel dominio del tempo e della frequenza. Cenni su altri metodi di prospezione: teorie di base, parametri misurabili e campi di applicazione. Per i metodi presi in considerazione verrà dato particolare risalto alle loro potenzialità nei diversi settori d'esplorazione e alle relative limitazioni. Infine per le tecniche di prospezione sismica ed elettrica saranno trattati gli aspetti pratici di progettazione dei rilievi in campo e dei relativi protocolli di acquisizione con riferimento alle procedure di misura e relativa logistica sperimentale.</p>	<p>Programme Introduction to the inversion of geophysical data: data and model spaces and a priori assumptions: the regression problem of experimental data as an inverse problem. Introduction to geophysical signal processing and their basics (spectral analysis, filtering, convolution and cross-correlation). Introduction to the signal processing in different domains (time, frequency and wave numbers). Waves and their generality, acoustic and elastic wave propagation: seismic wave fronts and rays. Relationships between wave velocities and elastic moduli. Seismic refraction and its theoretical basics. Data acquisition techniques and methods of inversion seismic refraction data: single profile, profiles, reciprocal, time-delay, GRM. Imaging techniques in refraction seismic and seismic tomography of first arrivals. Seismic reflection method and its theoretical basics. Techniques of seismic reflection data acquisition and data configuration. Processing domains and main steps of seismic reflection data processing: Input geometry, filtering, gain, since the sorting, velocity analysis, NMO correction, stacking and migration. Basic theory of the method of DC resistivity. Archie's Law. Vertical electrical soundings, resistivity profiles and electrical tomography. Inversion and interpretation of geo-electric data with numerical inversion and auxiliary curve methods. Method of induced polarization in the time domain and frequency. Notes on other prospecting methods: basic theories, measurable parameters and fields of application. For the considered methods will be given special emphasis to their potentiality in different areas of exploration and the limitations. Finally, for seismic and geo-electrical techniques will be treated the practical design of surveys in the field and the acquisition protocols including the measurement procedures and experimental logistics.</p>

PROSPEZIONI GEOFISICHE	GEOPHYSICAL PROSPECTING
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

FISICA DEL MARE	PHYSICS OF THE SEA
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof Claudia Pasquero	Lecturer Prof. Claudia Pasquero
Contenuti Dopo una prima parte dedicata alle proprietà fisiche fondamentali dell'oceano, verranno introdotte le leggi della fluidodinamica geofisica. Verranno quindi analizzate alcune soluzioni approssimate di tali leggi, che ben descrivono caratteristiche salienti della circolazione oceanica. Nella parte di laboratorio verranno analizzati dati osservativi oceanici attraverso il programma Matlab.	Contents In the first part of the course fundamental physical properties of the ocean will be introduced. The second part will be basic geophysical fluid dynamics, with the discussion of solutions to approximations relevant for the description of the ocean circulation. Observational data analysis through the Matlab program will be performed in the laboratory.
Testi di riferimento Stewart, "Introduction to Physical Oceanography", disponibile gratuitamente on line. Marshall and Plumb "Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics", Academic Press (2008) Vallis "Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics", Cambridge Univ. Press (2006)	References Stewart, "Introduction to Physical Oceanography", available for free on line. Marshall and Plumb "Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics", Academic Press (2008) Vallis "Atmospheric and Oceanic Fluid Dynamics", Cambridge Univ. Press (2006)
Obiettivi formativi Fornire le conoscenze di base della fisica degli oceani. Mostrare l'utilità di modelli fisici e matematici per la descrizione e la comprensione della fluidodinamica geofisica. Fornire le basi per una corretta lettura e analisi dei dati oceanografici (files netcdf, routines Matlab)	Aims Provide basic knowledge of the physics of the oceans. Show the usefulness of mathematical and physical models for the description and the understanding of geophysical fluid dynamics. Provide basic knowledge of oceanographic data formats and processing and visualization tools (netcdf files, Matlab scripts).
Modalità didattica Lezione frontale Laboratorio informatico Discussione di articoli di ricerca	Teaching form Lessons computer lab journal club
Modalità di verifica - esame orale - presentazione di un articolo di ricerca - valutazione del progetto computazionale	Examination type - Oral examination - Presentation of a scientific paper - Computing project

FISICA DEL MARE	PHYSICS OF THE SEA
<p>Programma per esteso Fisica degli oceani: Propagazione della luce e del suono. Temperatura e salinità. Equazione di stato. Stratificazione. Distribuzione di traccianti. Bilancio di calore. Masse d'acqua. Diagrammi temperatura-salinità. Dinamica dell'oceano: Equazioni di Navier Stokes. Conservazione della massa. Approssimazione idrostatica. Approssimazione geostrofica. Cicloni e anticicloni. Equilibrio del vento termico. Vorticità. Strato limite. Circolazione a grande scala. Giri oceanici subtropicali e polari, correnti sullo strato limite occidentale. Onde di gravità. Onde di Rossby e di Kelvin. Flussi turbolenti. Analisi dati oceanografici: Banche dati oceanografici, manipolazione files netcdf attraverso il software Matlab, introduzione all'analisi di dati con struttura spazio-temporale, creazione di mappe oceaniche.</p>	<p>Programme Ocean Physics: Light and sound propagation. Temperature and salinity. Equation of state. Stratification. Tracer distribution. Heat fluxes. Water masses. T-S diagrams. Oceanic Dynamics: Navier-Stokes equation. Mass conservation. Hydrostatic approximation. Geostrophic approximation. Thermal wind equation. Vorticity. Boundary layer. Large scale circulation and winds. Subtropical and subpolar gyres. Western boundary currents. Gravity waves. Rossby and Kelvin waves. Turbulent fluxes. Ocean data analysis: Introduction to ocean databases, use of netcdf files through the software program Matlab, introduction to spatio-temporal data analysis, visualization of ocean maps.</p>
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

BIOFACIES	BIOFACIES
BIOFACIES modulo FACIES BENTONICHE E PALEOECOLOGIA MARINA APPLICATA	BIOFACIES module BENTHIC FACIES AND APPLIED MARINE PALEOECOLOGY
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 4	ECTS 4
Docente Prof. Daniela Basso	Lecturer Prof. Daniela Basso
<p>Contenuti Riconoscimento delle biofacies come strumento per la definizione del paleoambiente bentonico di piattaforma. Applicazioni ed esempi. Proxies biogeochimici registrati in organismi bentonici: esempi da coralli, alghe calcaree e bivalvi. Introduzione alla paleoecologia marina applicata: basi concettuali, strategie di campionamento, casi di studio. Statistica multivariata applicata all'analisi paleoecologica. Osservazioni e lavoro sul campo, tecniche e analisi di laboratorio.</p>	<p>Contents Identifying biofacies as a tool for paleoenvironmental definition. Applications and examples. Biogeochemical proxies recorded in benthic organisms: examples from corals, coralline algae and bivalves. Introduction to applied marine paleoecology: rationale, sampling strategies, case histories. Multivariate statistics applied to paleoecological analysis. Field observations and sampling, laboratory analyses and techniques.</p>
<p>Testi di riferimento Dispense e articoli di approfondimento forniti dal docente</p>	<p>References Slides and selected scientific papers provided by the teacher</p>
<p>Obiettivi formativi Fornire le competenze tecniche minime necessarie alla pianificazione, analisi e interpretazione dei risultati di un'indagine paleontologica/paleoecologica. Fornire lo schema concettuale e la metodologia per l'impiego della paleoecologia nella ricostruzione dell'evoluzione ambientale quaternaria di aree marine di piattaforma e di transizione, in funzione dei cambiamenti naturali e della storia dell'impatto umano. Capacità di riconoscere ed interpretare alcune comuni facies bentoniche e tafofacies. Capacità di utilizzare correttamente alcuni comuni metodi di analisi statistica multivariata per l'interpretazione delle associazioni bentoniche.</p>	<p>Aims To provide the technical skills to plan, analyse and interpret the results of the paleontological and paleoecological investigation. To provide the rationale and the methods for the use of palaeoecology in the reconstruction of recent environmental changes in transitional and marine coastal areas, on the basis of the interplay between natural change and history of the anthropogenic impact. Ability to identify and interpret some common macrobenthic facies, and taphofacies. Ability to manage the commonest multivariate methods of statistical analyses for the interpretation of benthic associations.</p>

BIOFACIES	BIOFACIES
Prerequisiti Paleontologia, Geobiologia	Prerequisites Palaeontology, Geobiology
Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio - Attività di terreno	Teaching form - Lessons - Laboratory experiences - Field activity
Modalità di verifica - esame scritto e orale	Examination type - Written and oral examination
Programma per esteso Lezioni: Strategie e tecniche di campionamento relative a biocenosi marine e paraliche, tanatocenosi e fossil assemblages. Gli effetti dei principali processi biostratinomici sul macrobenthos. Elementi maggiori e in traccia e loro incorporazione nelle strutture calcaree biogeniche (gusci, colonie, talli) in funzione dei principali parametri oceanografici, mineralogia ed effetti vitali. Paleoeologia marina applicata: basi concettuali, casi di studio. Statistica multivariata applicata all'analisi paleoecologica. Laboratorio: Riconoscimento al microscopio delle specie chiave all'interno dei principali gruppi di macrofossili bentonici (molluschi, brachiopodi, coralli, alghe calcaree, briozoi). Quantificazione del contributo sedimentario dei diversi componenti l'associazione. Analisi di facies macrobentoniche e identificazione dell'ambiente di provenienza. Tecniche di campionamento e analisi di laboratorio relative ad associazioni marine e paraliche, tanatocenosi e fossil assemblages. Osservazioni sugli effetti dei principali processi biostratinomici sul macrobenthos. Tabulazione, elaborazione ed interpretazione di dati paleobiologici multivariati. Campus: Uscita sul terreno volta all'osservazione e al campionamento di associazioni bentoniche in successioni sedimentarie di piattaforma.	Programme Lessons: Sampling strategies and techniques for the study of marine and transitional benthic associations, death and fossil assemblages. Taphonomic processes and their effects on macrobenthos. Major and trace elements and their incorporation in the biogenic carbonate (shells, colonies, thalli) as function of oceanography, carbonate mineralogy and vital effects. Applied marine paleoecology: rationale, case histories. Multivariate statistics for benthic paleoecology. Laboratory: Identification of key species within the main macrobenthic groups (mollusks, brachiopods, corals, calcareous algae, bryozoans). Quantification of the sedimentary contribution of the components of the benthic association. Macrobenthic facies analysis and identification of the paleoenvironment. Laboratory techniques and analyses for the study of marine and transitional benthic associations, death and fossil assemblages. Observations of the effects of the biostratinomic processes on shelled macrobenthos. Preparation, elaboration, and interpretation of multivariate paleobiological data. Campus: Field work for the observation and sampling of benthic associations from shelf paleoenvironments.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

BIOFACIES	BIOFACIES
BIOFACIES - MODULO MICROFACIES E PALEOAMBIENTE PELAGICO	BIOFACIES – MODULE ON MICROFACIES AND PELAGIC PALEOENVIRONMENT
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 4	ECTS 4
Docente: Dott. Elisa Malinverno	Lecturer: Dr. Elisa Malinverno
Contenuti Riconoscimento delle biofacies utili alla definizione del paleoambiente pelagico in diversi contesti oceanografici. Basi di biostratigrafia del plancton. Diagenesi in ambiente pelagico. Applicazioni ed esempi nell'ambiente attuale e negli ambienti del passato	Contents Recognition of biofacies for the definition of the pelagic paleoenvironment in different oceanographic settings. Bases of plankton biostratigraphy. Diagenesis in the pelagic environment. Applications and examples from present-day and past environments.

BIOFACIES	BIOFACIES
Testi di riferimento Dispense e articoli di approfondimento forniti dal docente	References Slides and scientific papers provided by the Lecturer
Obiettivi formativi Conoscenza dei microfossili utili all'inquadramento biostratigrafico e paleoecologico del paleoambiente in campioni provenienti da diversi contesti oceanografici. Basi tassonomiche per il riconoscimento delle principali specie planctoniche. Applicazione delle associazioni a microfossili come proxy del paleoambiente.	Aims Knowledge of the microfossil groups which are useful to define a biostratigraphic and paleoenvironmental framework. Taxonomic bases for the identification of the main planktonic species. Application of microfossil assemblages as paleoenvironmental proxies.
Prerequisiti Paleontologia, Geobiologia	Prerequisites Paleontology, Geobiology
Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio - campus	Teaching form - Lessons - Laboratory experiences - campus
Modalità di verifica - esame scritto e orale	Examination type - Written and oral examination
Programma per esteso <u>Lezioni:</u> Microfossili e (paleo)ambienti oceanici. Basi tassonomiche per l'identificazione dei principali gruppi planctonici. Paleoecologia e biogeografia del plancton. Biofacies in ambiente pelagico: ambiente sedimentario e diagenesi. Basi per l'inquadramento biostratigrafico di successioni sedimentarie in ambiente pelagico. Esempi nell'ambiente attuale e nel registro geologico. <u>Laboratorio:</u> Riconoscimento al microscopio delle specie chiave all'interno dei principali gruppi di microfossili (nannofossili calcarei, diatomee, silicoflagellati, foraminiferi). I laboratori sono volti a: a) il riconoscimento delle biofacies e l'identificazione del paleoambiente (fascia costiera, piattaforma continentale, scarpata continentale, piana abissale) in diversi contesti oceanografici (gyre oligotrofico medio-oceanico, zone di upwelling, aree con apporti continentali, zone polari); b) l'identificazione di biozone tramite il riconoscimento di marker biostratigrafici per alcuni intervalli di tempo. <u>Campus:</u> Uscita sul terreno volta all'osservazione e al campionamento di successioni sedimentarie deposte in ambiente pelagico	Programme <u>Lessons:</u> Microfossils and oceanic (paleo)environments. Taxonomic bases for the identification of the main plankton groups. Plankton paleoecology and biogeography. Biofacies in the pelagic environment: sedimentary environment and diagenesis. Bases for the definition of a biostratigraphic framework for pelagic sedimentary successions. Examples from the present-day environment and from the geological record. <u>Laboratory:</u> Identification, through binocular and polarized light microscope, of key species within the main microfossil groups (calcareous nannofossils, diatoms, silicoflagellates, foraminifera). The laboratory classes will be devoted to: a) the recognition of biofacies and the identification of paleoenvironments (coastal zone, continental shelf, continental slope, abyssal plain) in different settings (mid-ocean oligotrophic gyre, upwelling zones, areas with strong continental input, polar zones); b) the identification of biozones through the recognition of biostratigraphic markers for selected time frames. <u>Campus:</u> Field work for the observation and sampling of pelagic sedimentary successions
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE	ADVANCED STRATIGRAPHY AND REGIONAL GEOLOGY
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Eduardo Garzanti	Lecturer Prof. Eduardo Garzanti
Contenuti La geologia stratigrafica e il tempo profondo. La scala dei tempi geologici. Natura ciclica e discontinua del record stratigrafico. Stratigrafia fisica, sismica e sequenziale dei sistemi terrigeni e carbonatici. Geologia d' Italia con particolare riguardo al Permo-Mesozoico della catena Sudalpina. Apertura e chiusura della Tetide. La lettura delle successioni sedimentarie sul terreno.	Contents The stratigraphic approach to geology and the depth of time. Cyclical and discontinuous nature of the stratigraphical record. Physical, seismic and sequence stratigraphy of terrigenous and carbonate systems. Geology of Italy with specific focus on the Permo-Mesozoic succession of the Southalpine belt. Opening and closure of the Alpine Tethys. Reading sedimentary successions in the field.
Testi di riferimento Geologia Stratigrafica Ager, D. The nature of the stratigraphical record. Wiley. Ager D., The new catastrophism. Cambridge University Press. Miall A.D., 1997, The geology of stratigraphic sequences, Springer Verlag. Payton, C.E. 1977. Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 26. Wilgus et al., 1988. Sea-level changes: an integrated approach. S.E.P.M. Spec. Publ. 42. Bosellini A., Winterer E.L., 1981, Subsidence and sedimentation on Jurassic passive continental margin, Southern Alps, Italy, Am. Ass. Petrol. Geol. Bulletin, v. 65, p. 394-421. Bosellini A., 1984, Progradation geometries of carbonate platforms: examples from the Triassic of the Dolomites, northern Italy, Sedimentology, v. 31, p. 1-24. Gaetani M., Gnaccolini M., Jadoul F. & Garzanti E., 1998, Multiorder sequence stratigraphy in the Triassic System of the Western Southern Alps. In : Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basins, S.E.P.M. Spec. Publ. 60, p. 701-717, Tulsa. Muttoni G, Erba E, Kent DV, Bachtadse V., 2005, Mesozoic Alpine facies deposition as a result of past latitudinal plate motion, Nature, v. 434, p. 59-63. Muttoni, G., Kent D.V., Garzanti, E., Brack, P., Abrahamsen, N., and Gaetani M., 2003, The mid-Permian revolution from Pangea 'B' to Pangea 'A', Earth Planet. Sci. Lett., v. 215, p. 379-394.	References Advanced stratigraphy: Ager, D. The nature of the stratigraphical record. Wiley. Ager D., The new catastrophism. Cambridge University Press. Miall A.D., 1997, The geology of stratigraphic sequences, Springer Verlag. Payton, C.E. 1977. Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 26. Wilgus et al., 1988. Sea-level changes: an integrated approach. S.E.P.M. Spec. Publ. 42. Bosellini A., Winterer E.L., 1981, Subsidence and sedimentation on Jurassic passive continental margin, Southern Alps, Italy, Am. Ass. Petrol. Geol. Bulletin, v. 65, p. 394-421. Bosellini A., 1984, Progradation geometries of carbonate platforms: examples from the Triassic of the Dolomites, northern Italy, Sedimentology, v. 31, p. 1-24. Gaetani M., Gnaccolini M., Jadoul F. & Garzanti E., 1998, Multiorder sequence stratigraphy in the Triassic System of the Western Southern Alps. In : Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European Basins, S.E.P.M. Spec. Publ. 60, p. 701-717, Tulsa. Muttoni G, Erba E, Kent DV, Bachtadse V., 2005, Mesozoic Alpine facies deposition as a result of past latitudinal plate motion, Nature, v. 434, p. 59-63. Muttoni, G., Kent D.V., Garzanti, E., Brack, P., Abrahamsen, N., and Gaetani M., 2003, The mid-Permian revolution from Pangea 'B' to Pangea 'A', Earth Planet. Sci. Lett., v. 215, p. 379-394.
Obiettivi Capacità di analizzare e comprendere i processi di sedimentazione e della loro registrazione stratigrafica. Ricavare dalle successioni stratigrafiche il loro significato sedimentologico paleogeografico e paleogeodinamico.	Aims Understanding sedimentary processes and the nature of the stratigraphical record. Unraveling stratigraphic successions to unveil their sedimentological, paleogeographic and paleotectonic significance.
Prerequisiti Solide conoscenze generali di paleontologia, geologia del sedimentario e geologia generale.	Prerequisites Firm knowledge of the fundamentals of paleontology, sedimentary geology and general geology.

GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE	ADVANCED STRATIGRAPHY AND REGIONAL GEOLOGY
Modalità didattica - Lezioni frontali ed uscite sul terreno di Stratigrafia del Sudalpino.	Teaching form - Lessons and field excursions on the Stratigraphy of the Southern Alps.
Modalità dell'esame esame scritto + esame orale + relazione geologica sulle uscite di terreno Valutazione dell'esame: - Voto in trentesimi	Examination type Written examination + oral examination + written report on field excursions
Programma Primo modulo (Geologia Stratigrafica): Natura del Record Stratigrafico. Discordanze, discontinuità e ciclicità. Sedimentazione comprensiva e condensata. Il record astronomico. Stratigrafia fisica, sismica, dinamica e sequenziale. Analisi di bacino. Stratigrafia ed evoluzione geodinamica delle Alpi Meridionali. Sul terreno: Uscite giornaliere su diversi temi: Evento tettono-magmatico Permiano inferiore; Ciclo tettono-magmatico medio-Triassico; Rifting e spreading della Tetide Alpina.	Programme First part (Advanced stratigraphy): Nature of the Stratigraphical record. Unconformities, discontinuities and cyclicity. Comprehensive and condensed sedimentation. The astronomical record. Physical, seismic, dynamic and sequence stratigraphy. Basin analysis. Stratigraphic and geodynamic evolution of the Southern Alps. Field work: Daily excursions on the following themes: Early Permian tectono-magmatic event; Mid-Triassic tectono-magmatic cycle; Rifting and spreading of Alpine Tethys.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA	ACTIVE TECTONICS AND VOLCANOTECTONICS
I anno, I semestre	I year, I semester
CFU 6	ECTS 6
Docente: Prof. Alessandro Tibaldi	Lecturer: Prof. Alessandro Tibaldi
Contenuti Tettonica attiva: geologia dei terremoti; strutture geologicamente attive e sismogenetiche; aspetti geologico strutturali e morfostrutturali per riconoscere faglie e pieghe attive; misura delle dislocazioni lungo faglie attive; tassi di dislocazione; relazioni tra lunghezza rottura superficiale, magnitudo, dislocazione; influenza della topografia sulle dislocazioni; misure di orientazione degli sforzi; tecniche paleosismologiche; valutazione della pericolosità geologica; esempi di studio. Vulcanotettonica: deformazioni delle aree vulcaniche; caldere; collassi laterali; stress tettonici e morfometria degli edifici vulcanici; reologia dei flussi lavici e piroclastici e strutture correlate; vulcanismo in aree trascorrenti, con faglie inverse e con faglie normali; corpi subvulcanici; contributo per la valutazione della pericolosità geologica; esempi di studio.	Contents Active tectonics: geology of earthquakes; geologically active and seismogenetic structures; geological-structural and morphostructural analyses for recognizing active faults and folds; measure of the offset along active faults; dislocation rate; relationships between surface rupture length, magnitude, dislocation; influence of the topography on the dislocations; measures of stress orientation; palaeoseismologic techniques; evaluation of geological hazard; examples of study. Volcanotectonics: deformations of volcanic areas; calderas; lateral collapses; tectonic stress and volcano morphometry; rheology of lava flows and pyroclastic deposits and correlated structures; volcanism in areas of transcurrent, normal, and reverse faulting; subvolcanic bodies; contribution for the evaluation of the geological hazard; examples of study.
Testi di riferimento Tibaldi A., e F. Pasquarè-Mariotto, 2015. Structural Geology of Active Tectonic Areas and Volcanic Regions. Lulu Press, 211 pagine (disponibile anche su: www.Lulu.com ; www.Amazon.com ; ecc.).	References Tibaldi A., and F. Pasquarè-Mariotto, 2015. Structural Geology of Active Tectonic Areas and Volcanic Regions. Lulu Press, 211 pages (available also at: www.Lulu.com ; www.Amazon.com ; etc.).

TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA	ACTIVE TECTONICS AND VULCANOTECTONICS
Obiettivi formativi Fornire metodi di indagine geologico-strutturale per il riconoscimento delle deformazioni tettoniche recenti e attive, e per l'analisi delle strutture in aree vulcaniche.	Aims Explaining methods of geological-structural analysis for the recognition of recent and active tectonic deformations, and for the analysis of the structures in volcanic areas.
Prerequisiti Conoscenze di base di geologia, geomorfologia e geologia strutturale.	Prerequisites Base knowledge of geology, structural geology and geomorphology.
Modalità didattica - Lezione frontale	Teaching form - Lessons.
Modalità di verifica - esame scritto/orale	Examination type - Written/oral examination
Programma per esteso Gli obiettivi generali comprendono la preparazione dello studente per poter affrontare un'indagine geologico-strutturale applicata al riconoscimento delle deformazioni tettoniche recenti e attive, nonché allo studio delle strutture in aree vulcaniche distinguendo le deformazioni indotte dalla tettonica generale da quelle imputabili agli sforzi magmatici.	Programme The general objectives comprehend the preparation of students in order to carry out geological-structural analyses applied to the recognition of recent and active tectonic deformations. In the second part of the course, students will analyse the structures in volcanic areas in order to distinguish those produced by tectonic forces from those caused by magmatic forces.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

GEOLOGIA DEL VULCANICO	GEOLOGIA DEL VULCANICO
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Dott. Gianluca Groppelli	Lecturer Dr. Gianluca Groppelli
Contenuti Il Corso si articola in tre parti. 1) accenni di vulcanologia: i vulcani e i loro prodotti, sistemica delle eruzioni vulcaniche, tipi di depositi vulcanici, analisi delle forme, evoluzione dei vulcani; successioni vulcaniche e loro significato. 2) Geologia delle aree vulcaniche: metodologia di rilevamento; stratigrafia, litostratigrafia e unità sintemiche. Relazioni con la tettonica ed evoluzione del vulcanismo in differenti regimi geodinamici; la valutazione della pericolosità in ambiente vulcanico. 3) campagna obbligatoria in aree vulcaniche con esercizi di rilevamento geologico e principali esempi di quanto discusso a lezione.	Contents The course is made of three parts: Basic volcanology: volcanoes and their products, volcanic eruptions, volcanic deposits, volcanic morphology and evolution of volcanoes; stratigraphic succession and its significance. Geology of volcanic areas: field methodology: stratigraphy, lithostratigraphy and synthems. Relations with the tectonic settings and evolution of volcanoes in different geodynamic frameworks. Volcanic hazard assessment. Field work (compulsory) based on selected outcrops and on survey
Testi di riferimento K. Németh, & U. Martin, Practical Volcanology (2007). Appunti e lucidi di lezione; articoli scientifici.	References K. Németh, & U. Martin, Practical Volcanology (2007). Scientific papers and course slides.
Obiettivi Conoscenza e pratica delle metodologie per il rilevamento in aree vulcaniche	Aims Theoretical and field methodology for mapping volcanic areas

GEOLOGIA DEL VULCANICO	GEOLOGIA DEL VULCANICO
Prerequisiti Conoscenze di rilevamento geologico, stratigrafia, geologia strutturale e petrografia	Prerequisites Previous knowledge of field survey, stratigraphy, structural geology and petrography
Modalità didattica - esame scritto per la parte vulcanologica - esame orale per il resto	Teaching form - written examination for the basic volcanology - oral examination for the geology of volcanic areas and field work
Altre informazioni: Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information: Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI	GEOLOGICAL RISK ANALYSIS
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Paolo Frattini	Lecturer Prof. Paolo Frattini
Contenuti Analisi del rischio con particolare riferimento per alluvioni, frane, valanghe e terremoti	Contents Risk analysis with reference to floods, landslides, snow avalanches, earthquakes
Testi di riferimento Verranno indicati all'inizio del corso dal docente	References Course notes and power-point slides provided by the teacher
Obiettivi formativi Il corso ha lo scopo di fornire allo studente i principi di base e le principali metodologie per l'analisi, la valutazione e la mitigazione dei rischi geologici.	Aims To provide concepts and methodologies for the analysis and mitigation of geological risks
Modalità didattica - Lezione frontale - Esercitazioni	Teaching form - Lessons - Exercises
Modalità di verifica orale	Examination type oral
Programma per esteso Definizione di rischio, valutazione del rischio e gestione del rischio. Descrittori del rischio individuale, sociale ed economico, Curve FN. Accettabilità del rischio. Rischio idraulico: processi idrologici che contribuiscono all'idrogramma di piena, analisi delle condizioni geologiche e ambientali che controllano tali processi, cenni di idraulica fluviale, tipi di alluvioni e condizioni di pericolosità. Determinazione della relazione portata - tempo di ritorno, modellazione del flusso e perimetrazione e delle aree inondabili. Curve di vulnerabilità. Tecniche di mitigazione e monitoraggio. Rischio da frana: richiamo di conoscenze di geologia applicata per fattori che controllano l'instabilità, tipologie di frana e condizioni di pericolosità. Valutazione del tempo di ritorno e relazione magnitudo-frequenza, valutazione della suscettibilità, modellazione della propagazione. Vulnerabilità. Tecniche di mitigazione e monitoraggio. Rischio sismico: descrittori di pericolosità sismica e	Programme Risk definition, risk assessment, risk management. Descriptors of Individual Risk and Societal risk. FN curves. Risk acceptability. Flood risk: hydrological processes contribution to flood hydrograph, geological and environmental factors influencing the hydrograph, basics of fluvial hydraulics. Analysis of Frequency Discharge relationships, flow modelling and flood risk zonation. Vulnerability curves. Monitoring and mitigation techniques. Landslide risk: basics of slope stability and factors influencing slope stability. Analysis of return period and magnitude frequency analysis. Susceptibility analysis. Runout modelling. Vulnerability curves. Monitoring and mitigation techniques. Seismic risk: descriptors of seismic hazard and elastic response spectrum. Regional seismic analysis with probabilistic approach (PSHA). Hazard curve. Site effects and co-seismic effects. Basics of technical design codes and characterization of seismic action.

VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI	GEOLOGICAL RISK ANALYSIS
<p>spettro di risposta elastico. Analisi della pericolosità sismica regionale con tecniche probabilistiche (PSHA) per la valutazione della curva di Hazard. Effetti di sito e fenomeni co-sismici. Valutazione della pericolosità locale. Cenni alla normativa tecnica delle costruzioni 2008 e valutazione dell'azione sismica. Curve di fragilità. Tecniche di mitigazione e monitoraggio.</p> <p>Rischio valanga: cenni di nivologia delle valanghe, processi di distacco, trasporto e accumulo e classificazione delle valanghe. Valutazione del tempo di ritorno e della relazione intensità - frequenza. Studio delle Linee Guida AINEVA per la perimetrazione delle aree a rischio valanghivo in ambiente alpino. Tecniche di mitigazione e monitoraggio.</p> <p>Introduzione ad altri rischi geologici: erosione del suolo e delle coste, attività vulcanica, tsunami, alluvioni costiere. Cenni alla normativa nazionale e regionale per la perimetrazione delle aree a rischio a fini di pianificazione.</p>	<p>Fragility curves. Monitoring and mitigation techniques.</p> <p>Snow avalanche risk: basics of snow science. Processes of onset, transport and accumulation of snow avalanches. Analysis of return time and magnitude intensity relationship. Analysis of AINEVA Guidelines for snow avalanche hazard zonation. Monitoring and mitigation techniques.</p> <p>Introduction to other risks: soil erosion, coast erosion, volcanic activity, tsunamis, coast floods.</p>
<p>Altre informazioni</p> <p>Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p>	<p>More information</p> <p>Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

STABILITA' DEI VERSANTI	SLOPE STABILITY
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Federico Agliardi	Lecturer Prof. Federico Agliardi
Contenuti Teoria e tecniche di base ed avanzate per il riconoscimento, la caratterizzazione e la modellazione dei fenomeni di instabilità dei versanti in terre e rocce.	Contents Theory and techniques for the recognition, characterisation and modelling of slope instability processes in soils and rocks.
Testi di riferimento Dispense e materiale bibliografico forniti dal docente	References Teacher's lecture notes and supplementary material
Obiettivi formativi Conoscenza approfondita dei processi e meccanismi di instabilità dei versanti naturali ed artificiali; capacità di riconoscere e caratterizzare diverse tipologie di instabilità; capacità di utilizzare operativamente i principali metodi e strumenti per l'analisi di stabilità.	Aims Advanced knowledge of processes and mechanisms of natural and engineered slope instability; ability to recognize and characterize different types of slope instabilities; ability to use stability analysis methods and tools to solve practical problems.
Prerequisiti Basi di Geologia e idrogeologia, geologia applicata	Prerequisites General geology, hydrogeology, engineering geology
Modalità didattica - Lezione frontale - Attività di laboratorio - Attività di campo	Teaching form - Lessons - Lab work - Field work
Modalità di verifica Orale sulla teoria e discussione di un progetto.	Examination type Oral examination and discussion of a project assignment

STABILITA' DEI VERSANTI	SLOPE STABILITY
<p>Programma per esteso Teoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sistema versante nel contesto geologico, topografico e idrologico; terminologia, classificazione, cause e fattori di controllo delle frane; rischio da frana. 2) Processi di instabilità dei versanti: richiami alle caratteristiche fisico-meccaniche e costitutive dei terreni e degli ammassi rocciosi; distribuzione e percorsi degli sforzi in un versante; ruolo dell'acqua nell'instabilità dei versanti; concetto di Fattore di Sicurezza; analisi in sforzi totali ed efficaci; rammollimento e rottura progressiva; prima rottura vs. riattivazione. 3) Indagini per aree in frana: fotointerpretazione e rilevamento, monitoraggio, indagini in sito (topografiche, geognostiche, geofisiche). 4) Metodi per l'analisi di stabilità: metodi dell'Equilibrio Limite (LEM) per meccanismi di rottura sub-circolari: Taylor, Fellenius, GLE, Spencer, Bishop semplificato, Janbu semplificato; metodi per meccanismi di rottura "structurally-controlled (scivolamento planare e di cunei, ribaltamento): metodi di analisi cinematica e LEM; analisi probabilistica e di affidabilità; metodi numerici. 5) Frane: grandi frane profonde in roccia: caratteri morfostutturali, controlli litologici e strutturali, meccanismi di innesco ed evoluzione temporale; crolli in roccia: processi, caratterizzazione e modellazione di innesco e propagazione, pericolosità e rischio; frane superficiali indotte dalle precipitazioni: caratterizzazione, aspetti idrologici e meccanici, analisi di stabilità, previsione a scala regionale; flussi e colate detritiche: reologia delle miscele di sedimenti, processi di innesco e propagazione, evidenze di terreno e modellazione dinamica. 6) Tecniche di monitoraggio: finalità e applicazioni; tecniche terrestri e remote per la misura degli spostamenti superficiali; tecniche di misura delle deformazioni in profondità; misura delle variabili idro-meteorologiche e delle pressioni neutre; architettura di una rete di monitoraggio. 7) Mitigazione del rischio da frana: approcci attivi e passivi; tecniche di stabilizzazione dei versanti; opere di protezione attiva e passiva; Early Warning. <p>Attività di laboratorio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Mappatura di diverse tipologie di frane e delle loro relazioni con ambiente geologico ed elementi a rischio da foto aeree, ortofoto e HRDEM. 2) Ricostruzione del modello geologico di una frana da dati di rilevamento, indagini in sito e monitoraggio. <p>soluzione pratica al computer di problemi di stabilità in terre e ammassi rocciosi tramite metodi di: a) analisi di stabilità cinematica di blocchi e cunei rocciosi; b) analisi all'equilibrio limite (LEM, deterministica e probabilistica) per versanti in terre e ammassi rocciosi, considerando gli effetti di acqua, sollecitazioni dinamiche, azioni esterne e intervento di stabilizzazione; 3) analisi numerica agli elementi finiti (SSR-FEM).</p> <p>Attività di campo: Field trip nelle Alpi Centrali: riconoscimento e mappatura delle caratteristiche tipiche di diversi tipi di frane, visita a importanti siti di frane storiche o attive.</p>	<p>Contents (extended) Lectures:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Slope system and its geological, topographic and hydrological setting; landslide terminology, classification, controls and triggers; landslide risk. 2) Slope instability processes: physic-mechanical and constitutive features of soils and rocks relevant to slope stability; stress distributions and paths in a slope; role of water in slope instability; concept of Safety Factor; total stress and effective stress analyses; short- vs. long-term in slope stability; weakening, softening, and progressive failure; first-time rupture vs. reactivation. 3) Landslide investigations: photo-interpretation and field mapping, monitoring, site investigations (topographic, borehole, geophysical). 4) Methods of stability analysis: Limit Equilibrium (LEM) methods for circular failures: Taylor, Fellenius, GLE, Spencer, Bishop simplified, Janbu simplified); methods for "structurally-controlled" failure mechanisms (planar and wedge failure, topplings): kinematic analysis and LEM methods; probabilistic and reliability analyses; numerical methods. 5) Landslides: large rock slope instabilities: morphostructural features, lithological and structural controls, triggering processes and long-term evolution; rockfalls: processes, characterization and modelling of onset and propagation, susceptibility and risk assessment; rainfall-induced shallow landslides: characterization, hydrological and mechanical aspects, stability analysis, regional-scale prediction; flow landslides and debris flows: rheology of water-sediment mixtures, onset and propagation processes, field evidence and dynamic modelling. 6) Monitoring: aims and applications; ground-based and remote surface displacements monitoring techniques; underground deformation monitoring; monitoring of hydro-meteorological variables and pore pressures; monitoring network architecture. 7) Landslide risk mitigation: active vs. passive approaches; slope stabilization techniques; active and passive structural protection; non-structural protection and Early Warning. <p>Lab work:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) landslide mapping from aerial photos, ortho-photos and HRDEM, characterization of geological controls and interactions with elements at risk 2) Reconstruction of a landslide geological model from field, site investigation and monitoring data. <p>Application of software tools to the practical solution of slope stability problems in soils and rock masses using: a) kinematic stability analysis methods for structurally controlled block failure modes; b) limit equilibrium analysis methods (LEM, deterministic e probabilistic) for soil and rock slopes, including the effects of water, dynamic loading, external actions and stabilization works; c) numerical finite-element methods (SSR-FEM).</p> <p>Field work: Field trip in the Central Alps: recognition and mapping of typical features related to different landslide types, visit to important historical or active landslide sites.</p>

STABILITA' DEI VERSANTI	SLOPE STABILITY
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

PETROGENESI DEGLI AMBIENTI GEODINAMICI	PETROGENESIS AND GEOYNAMIC SETTING
I anno, II semestre	I year, II semester
CFU 8	ECTS 8
Docente Prof.ssa Maria Luce Frezzotti Dott.ssa Nadia Malaspina	Lecturer Prof.ssa Maria Luce Frezzotti Dott.ssa Nadia Malaspina
Contenuti Approfondimento dei principali processi metamorfici che interessano la litosfera oceanica e continentale in contesti geodinamici fossili. Evoluzione dei sistemi ofiolitici e rocce di alta pressione esposte nella catena Alpina Occidentale, metamorfismo nelle zone di subduzione e ruolo delle fasi fluide nei processi di rifertilizzazione e fusione parziale del mantello sopra-subduzione. Analisi dei processi di cristallizzazione/fusione delle rocce ignee, con enfasi sulle relazioni di fase e sulla evoluzione geochimica dei magmi come traccianti geodinamici. Genesi ed evoluzione del magmatismo orogenico ed anorogenico. L'esempio fondamentale è rappresentato dal magmatismo recente Italiano, analizzato nel quadro dei recenti modelli geodinamici.	Contents Analysis of the main metamorphic processes in the oceanic and continental lithosphere in fossil geodynamic settings. Evolution of ophiolite systems and high pressure rocks exposed in the Western Alpine belt, metamorphism of subduction zones and role of the fluid phases in the refertilisation and partial melting of the mantle wedge. The study of igneous rocks based on the analysis of melting/crystallization processes, with emphasis on phase relations and geochemical evolution (including major, trace element and isotopic features), as geodynamical tracers. Evolution of orogenic and anorogenic magma series. The core example of case studies will be the recent magmatism of the Italian region, in the framework of recent geodynamical models.
Testi di riferimento Dispense fornite dal docente. E' consigliata la consultazione del seguente materiale per approfondimenti e integrazioni: - SPEAR F.S. (1993) - <i>Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths</i> . Mineralogical Society of America Monograph, Mineralogical Society of America, Washington, D.C. - Philpotts and Ague (2009) <i>Principles of igneous and metamorphic petrology</i> . Cambridge University press, Cambridge, UK. - PECCERILLO A. (2005) - <i>Pliocene and Quaternary Volcanism in Italy</i> . Springer, Berlin. ISBN-13: 9783540258858.	References Lecture notes provided by the lecturer. The following books are suggested for supporting material: - SPEAR F.S. (1993) - <i>Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths</i> . Mineralogical Society of America Monograph, Mineralogical Society of America, Washington, D.C. - Philpotts and Ague (2009) <i>Principles of igneous and metamorphic petrology</i> . Cambridge University press, Cambridge, UK. - PECCERILLO A. (2005) - <i>Pliocene and Quaternary Volcanism in Italy</i> . Springer, Berlin. ISBN-13: 9783540258858.
Obiettivi formativi Il corso intende fornire conoscenze avanzate sui processi petrologici ignei e metamorfici che caratterizzano l'evoluzione chimica e tettonica della litosfera nei principali ambienti geodinamici, con particolare riferimento ai margini attivi e alle catene orogeniche. Le lezioni tratteranno: - lo studio dei diagrammi di fase ed equilibri di fase in sistemi chimici rappresentativi delle litologie presenti in zone di basamento metamorfico, crosta oceanica e mantello litosferico, utilizzando esempi naturali provenienti dalla catena Alpina. - il ruolo delle fasi fluide nello sviluppo di reazioni metamorfiche, e come mezzi di trasferimento di elementi dalla placca in subduzione verso il mantello sopra-subduzione, con conseguente processi di metasomatismo e rifertilizzazione del mantello e produzione di magmatismo. - la modellizzazione geochimica e lo studio degli equilibri di fase per la costruzione di modelli quantitativi sulla petrogenesi magmatica in diversi contesti geodinamici, con particolare	Aims The course aims to provide advanced knowledge on the igneous and metamorphic petrologic processes characterising the chemical and tectonic evolution of the lithosphere in the main geodynamic settings, with particular regards to the active margins and orogenic belts. The lessons will cover: - the study of phase diagrams and phase equilibria in chemical systems representing the lithologies occurring in metamorphic basements, oceanic crust and lithospheric mantle, profiting from natural examples occurring in the Alpine belt. - the role of fluid phases in metamorphic reactions and as carriers of elements from the subducting plate to the overlying mantle wedge, with subsequent refertilisation and metasomatism of the mantle which triggers magmatism. - geochemical modelling, and phase equilibria to place quantitative constraints on magma petrogenesis and geodynamics, with emphasis on the recent volcanism of Italy.

PETROGENESI DEGLI AMBIENTI GEODINAMICI	PETROGENESIS AND GEOYNAMIC SETTING
<p>riferimento al magmatismo recente Italiano. Obiettivo del corso è fornire agli studenti un approccio multidisciplinare, volto ad integrare le informazioni derivanti dalla petrologia ignea e metamorfica con studi di terreno geodinamici e strutturali.</p>	<p>Main goal is to provide students a multidisciplinary approach in the study of the field of various geodynamic settings through the knowledge acquired from igneous and metamorphic petrology.</p>
<p>Prerequisiti Conoscenze di base di petrografia, geodinamica e geologia strutturale. Conoscenze di base di geochimica e dei principi fondamentali di termodinamica.</p>	<p>Prerequisites Fundamentals of petrography, geodynamics and structural geology. Basic knowledge of geochemistry and fundamental principles of thermodynamics.</p>
<p>Modalità didattica - Lezione frontale - Attività di campo</p>	<p>Teaching form - Lessons - Fieldwork</p>
<p>Modalità di verifica - Esame orale</p>	<p>Examination type - Oral examination</p>
<p>Programma per esteso Domini paleotettonici delle Alpi Occidentali, metamorfismo ed evoluzione geodinamica. Dorsali oceaniche attuali e fossili. Ofioliti dell'oceano Ligure-Piemontese. Evoluzione pre-oceanica del mantello e peridotiti affioranti nell'unità Erro Tobbio (Alpi Liguri). Geochimica degli elementi maggiori e in traccia delle peridotiti durante la loro esumazione, evoluzione geodinamica e costruzione di un diagramma P-T. Processi di serpentinizzazione di un mantello oceanico. Evoluzione delle serpentiniti dell'unità Erro Tobbio dallo stadio oceanico a quello di alta pressione. Disidratazione dell'antigorite (caso del Cerro de Almirez, Cordigliera Betica) ed evoluzione composizionale dei fluidi metamorfici durante la disidratazione del mantello oceanico in subduzione. Diagrammi di fase di sistemi ultramafici e cenni di petrologia sperimentale. Costruzione di percorsi metamorfici P-T-t. Modelli termici, di viscosità e stabilità delle fasi durante la subduzione di litosfera oceanica. Destabilizzazione dell'antigorite e doppia zona sismica in zone di subduzione. Introduzione allo studio delle inclusioni fluide, classificazione e microstrutture. Principi di microtermometria, concetto di isocora ed equazione di stato. Applicazione in natura a fluidi di alta pressione prodotti dal breakdown dell'antigorite. Caratterizzazione geochimica dei fluidi rilasciati nel mantello e partizionamento degli elementi. Stabilità delle fasi idrate in sistemi mafici e processi di devolatilizzazione durante la subduzione di crosta oceanica (caso delle meta-ofioliti del Monviso e metasedimenti di Zermatt-Saas, Lago di Cignana e Schistes Lustree). Riciclaggio di elementi in traccia e carbonio nelle zone di subduzione. Natura dell'interfaccia slab-mantello e interazione fasi fluide-peridotiti (caso della catena di Dabie, Cina). Natura e caratteristiche delle fasi fluide ad altissima pressione, fluidi supercritici e second critical end-point. Trasferimento di elementi in traccia e volatili nel mantle wedge (caso delle peridotiti a diamante di Bardane, Norvegia) 1) Introduzione allo studio delle rocce ignee: Composizione dei magmi, processi di differenziazione, assimilazione; Magma Mixing/ibridizzazione, Fusione parziale. 2) Modellizzazione petrogenetica: Diagrammi di fase ternari con fusione congruente ed incongruente e proiezioni del sistema Ne-Fo-Di-Si (Yoder e Tilley). 3) Processi di metasomatismo e di fusione parziale del mantello: Metasomatismo modale, criptico e processi di rifertilizzazione. Caratteristiche geochimiche e origine</p>	<p>Programme Palaeotectonic domains of the Western Alps, metamorphism and geodynamic evolution. Present and fossil oceanic ridges. Ophiolites from Piedmont-Ligurian ocean. Pre-oceanic evolution of the mantle and peridotites cropping at Erro-Tobbio unit (Ligurian Alps). Major and trace elements geochemistry of peridotites during their exhumation, geodynamic evolution and construction of a P-T diagram. Serpentinisation processes of oceanic mantle. Evolution of Erro-Tobbio serpentinites from the oceanic stage to subduction high pressure conditions. Dehydration of antigorite (case study from Cerro de Almirez, Betic Cordigliera) and compositional evolution of metamorphic fluids during the dehydration of subducting oceanic mantle. Phase diagrams of ultramafic systems and brief overview of experimental petrology. Construction of P-T-t metamorphic paths. Thermal models of P-T-t paths in subduction zones. Thermal, viscous models and phase stability during oceanic lithosphere subduction. Introduction to fluid inclusions, classification and microstructures. principles of microthermometry, concept of isochore and equation of state. Applications in nature to high pressure fluids produced from the antigorite breakdown. Geochemical characterisation of fluids released in the mantle and element partitioning. Phase stability of hydrous minerals in mafic systems and devolatilisation processes during subduction of oceanic crust (case study of meta-ophiolites from Monviso and metasediments from Zermatt-Saas, Lago di Cignana and Schistes Lustree). Trace element and carbon recycling in subduction zones. Nature of the slab-mantle interface and fluid phases – peridotite interaction (case study from Dabie Shan, China). Nature and characteristics of fluid phases at ultrahigh pressures, supercritical fluids and second critical end-point. Trace element and volatile transfer in the mantle wedge (case study of diamond-bearing peridotites from Bardane, Norway). 1) Magmatic Introduction: rock composition, Crystal Fractionation, Assimilation/Contamination, Magma Mixing/Hybridization, Partial Melting. 2) Petrogenetic modelling: Ternary Phase Diagrams Congruent and Incongruent melting and sub-projections of quaternary Ne-Fo-Di-Si (Yoder and Tilley). 3) Mantle metasomatism and melting: Modal, Cryptic, and Stealth Metasomatism. Nature of metasomatic agents. 4) Chemical geodynamics: Trace Element partitioning behavior during melting and crystallization. Spider</p>

PETROGENESI DEGLI AMBIENTI GEODINAMICI	PETROGENESIS AND GEOYNAMIC SETTING
degli agenti metasomatici. 4) Geochimica e Geodinamica: Comportamento degli elementi in traccia nei processi di fusione e cristallizzazione. Spider diagrammi. Sistematica degli isotopi radiogenici e stabili; HIMU, EMI, EMII, FOZO reservoirs di mantello e relazioni con PM. Elementi in tracce e isotopi come traccianti geodinamici. 6) Il magmatismo recente italiano. Inquadramento geodinamico dell'area del Mediterraneo occidentale dal Miocene all'attuale. Il magmatismo orogenico ed anorogonico dell'Italia centro-meridionale. Evoluzione del mantello, genesi del magmatismo e geodinamica. 7) Ingassing e outgassing di carbonio Terrestre in Italia.	diagrams. 5) Isotope Systematics; DM, HIMU, EMI, EMII isotopic mantle reservoirs and their relationships with PM. Trace element and isotope modeling and geodynamics. 6) Young Italian Magmatism: Geodynamics of the western Mediterranean Region from Miocene to present. Orogenic and anorogenic magmatism of Central-Southern Italy. Mantle processes, magmatims and geodynamics. 7) Earth carbon ingassing and degassing processes in Italy.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

PETROGRAFIA DEL SEDIMENTARIO	SEDIMENTARY PETROGRAPHY
I anno, I semestre	I year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Prof. Sergio Andò	Lecturer Prof. Sergio Andò
Contenuti Tettonica e sedimentazione. Petrografia del silicoclastico. Minerali pesanti. Processi fisici e chimici nel ciclo sedimentario. Selezione idraulica. Alterazione chimica. Diagenesi. Riciclo. Geocronologia del detritico. Applicazioni alla geologia degli idrocarburi con casi pratici.	Programme Tectonics and sedimentation. Clastic petrography. Heavy minerals. Physical processes of hydraulic sorting. Chemical processes of weathering and diagenesis. Recycling. Detrital geochronology. Applications to hydrocarbon exploration with case histories.
Testi di riferimento Dispense e articoli vari.	References Lecture notes and scientific articles.
Obiettivi formativi Capacità di analizzare sezioni sottili di sabbie e arenarie e suite di minerali pesanti. Conoscenza di tecniche avanzate di separazione mineralogica. Capacità di interpretare il dato petrografico e mineralogico in relazione a litologia e geodinamica delle aree sorgenti e dei processi fisici e chimici di trasformazione della composizione del sedimento durante il ciclo sedimentario.	Aims Acquisition of basic skills in optical methods, mineral separation, and interpretation of petrographic and mineralogical data.
Prerequisiti Conoscenze base di sedimentologia, mineralogia e petrografia e delle tecniche ottiche di riconoscimento dei minerali in sezione sottile.	Prerequisites Background knowledge in sedimentology, mineralogy and petrography.
Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio	Teaching form - Lessons - Laboratory exercises
Modalità di verifica - esame orale e pratico	Examination type - Oral and practical examination
Programma per esteso: Parte generale: Tettonica e sedimentazione. Rapporti tra contesto geodinamico, geologia delle aree sorgenti e mineralogia dei sedimenti. Sedimenti di primo ciclo e	Programme: Tectonics and sedimentation. Clastic petrography. Framework components. Textures. Counting methods. Sandstone classification. Rock fragments. Provenance

PETROGRAFIA DEL SEDIMENTARIO	SEDIMENTARY PETROGRAPHY
<p>poli-ciclici. Criteri di campionamento. Interpretazione dei dati. Petrografia del silicoclastico: Componenti principali. Tessiture. Metodi di conteggio. Classificazione delle arenarie. Classificazione dei frammenti di roccia. Componenti accessori. Modelli di Provenienza. Minerali pesanti: Tecniche di laboratorio. Separazione mineralogica. Riconoscimento dei minerali su grain mounts. Spettroscopio Raman. Metodi di conteggio. Case histories. Processi fisici. Abrasione meccanica. Selezione dei minerali per dimensione e densità. Trascinamento selettivo. Concentrazione idrodinamica e formazione di placers. Modificazioni tessiturali e mineralogiche durante il trasporto a lunga distanza. Implicazioni economiche. Processi chimici. Alterazione e dissoluzione in suoli. Modificazioni durante il trasporto. Diagenesi da seppellimento e dissoluzione intrastratale. Implicazioni per l'analisi di provenienza di rocce clastiche. Traccianti di provenienza geochimici e isotopici. Analisi delle argille, dei silt e delle sabbie. Analisi geochimiche e isotopiche su sedimento o roccia totale e su singoli minerali. Indici di weathering. Come risolvere il problema del riciclo. Case histories e applicazioni. Geocronologia del detritico. Criteri di campionamento e di trattamento e separazione in laboratorio. Tracce di fissione su apatite e zircone. Datazione U-Pb su zircone. Case histories e applicazioni. Applicazioni alla geologia del petrolio e case histories di interesse petrolifero (con contributi da parte di ricercatori con specifica esperienza nel settore della ricerca petrolifera o direttamente impegnati nell'industria).</p>	<p>models. Heavy minerals. Mineral separation techniques. Raman spectroscopy. Physical processes of hydraulic sorting. Placer formation. Chemical processes of weathering and diagenesis. Recycling. Detrital geochronology. Applications to hydrocarbon exploration with case histories.</p>
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	GEOCRONOLOGY AND ARCHEOMETRY
II anno, II semestre	II year, II semester
CFU 6	ECTS 6
<p>Docente Prof. Igor M. Villa</p>	<p>Lecturer Prof. Igor M. Villa</p>
<p>Contenuti Geocronologia, geochimica isotopica, archeometria</p>	<p>Contents Geochronology, isotope geochemistry, archeometry</p>
<p>Testi di riferimento G. Faure – Principles of Isotope Geology – Wiley; M. Walker – Quaternary Dating Methods – Wiley.</p>	<p>References G. Faure – Principles of Isotope Geology – Wiley; M. Walker – Quaternary Dating Methods – Wiley.</p>
<p>Obiettivi formativi Introdurre i concetti fondamentali di geocronologia e geochimica isotopica ed applicarli a geologia ed archeologia</p>	<p>Aims Introducing the basic concepts of geochronology and isotope geochemistry and applying them to geology and archeology</p>
<p>Prerequisiti Geochimica</p>	<p>Prerequisites Geochemistry</p>

GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	GEOCRONOLOGY AND ARCHEOMETRY
Modalità didattica Lezione frontale	Teaching form Lecture
Modalità di verifica - esame orale	Examination type - Oral examination
Programma per esteso Metodi di datazione applicabili alla ricerca geologica e archeologica. Geocronologia isotopica: decadimento radioattivo. L'equazione dell'età. Metodi Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, K-Ar e 39Ar-40Ar. Errori statistici e sistematici. Geochimica isotopica di Sr, Nd, Pb. Applicazioni della geochimica isotopica agli studi di provenienza di sedimenti e di oggetti archeologici. Geocronologia del Quaternario: radiocarbonio, serie dell'uranio, tracce di fissione, termo- e optoluminescenza, dendrocronologia. Altri metodi di datazione non-isotopica diretti e indiretti. Frazionamento degli isotopi stabili: deuterio, carbonio, ossigeno, elementi pesanti.	Programme Dating methods relevant for geological and archeological research. Isotopic geochronology: radioactive decay. The age equation. Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, K-Ar and 39Ar-40Ar methods. Statistical and systematic errors. Isotope geochemistry of Sr, Nd, Pb. Applications of isotopic geochemistry to studies on provenance of sediments and archeological objects. Quaternary geochronology: radiocarbon, uranium series disequilibrium, fission tracks, thermo- and optoluminescence, dendrochronology. Other non-isotopic direct and indirect dating methods. Stable isotope fractionation: deuterium, carbon, oxygen, heavy elements.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	EARTH RESOURCES: INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS
II anno, II semestre	II year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Dott. Alessandro Cavallo	Lecturer Dr. Alessandro Cavallo
Contenuti caratterizzazione geologica e tecnica di giacimenti di minerali metallici e minerali industriali, cave di rocce ornamentali, problematiche ambientali connesse all'estrazione e lavorazione di materie prime minerali. Applicazione di tecniche mineralogiche e petrografiche alla soluzione di problematiche ambientali ed industriali.	Contents: geological and technical characterization of ore and industrial minerals deposits, quarrying of ornamental stones, environmental issues related to the extraction and processing of mineral raw materials. Application of mineralogical and petrographic techniques to the solution of environmental problems and industrial applications.
Testi di riferimento Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso. ROBB L. - "Introduction to ore forming processes". Blackwell Publishing, 2005 EVANS A. M. - "Ore geology and industrial minerals. An introduction." Blackwell Science, 3° Ed. 1993. CRAIG J.R & VAUGHAN D. J. - "Ore microscopy & ore petrography". 2° Ed., John Wiley & Sons, 1994. PIERO PRIMAVERI - "Planet Stone". Giorgi Zusi Editore, 1999. PIERO PRIMAVERI - "Il Primavori: lessico del settore lapideo. Stone sector lexicon". Giorgi Zusi Editore, 2004. VAUGHAN D. & WOGELIUS R. A. - "Environmental mineralogy". Eötvös University Press, 2000. SAHAI N. & SCHOONEN M. A. A. - "Medical mineralogy and geochemistry". Reviews in mineralogy and geochemistry, volume 64. Geochemical Society	References Notes, diagrams and material distributed during the course ROBB L. - "Introduction to ore forming processes". Blackwell Publishing, 2005 EVANS A. M. - "Ore geology and industrial minerals. An introduction." Blackwell Science, 3° Ed. 1993. CRAIG J.R & VAUGHAN D. J. - "Ore microscopy & ore petrography". 2° Ed., John Wiley & Sons, 1994. PIERO PRIMAVERI - "Planet Stone". Giorgi Zusi Editore, 1999. PIERO PRIMAVERI - "Il Primavori: lessico del settore lapideo. Stone sector lexicon". Giorgi Zusi Editore, 2004. VAUGHAN D. & WOGELIUS R. A. - "Environmental mineralogy". Eötvös University Press, 2000. SAHAI N. & SCHOONEN M. A. A. - "Medical mineralogy

GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	EARTH RESOURCES: INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS
<p>Mineralogical Society of America, 2006. P. W. HARBEN, R. L. BATES. - "Geology of the Non metallics". Metal Bulletin Inc., New York, 1984. P. ZUFFARDI - "Giacimentologia, Prospezione mineraria, problemi geo-ambientali." 3° Ed. Pitagora Editrice, 2002 F. BRADLEY - "L'escavazione del marmo. Manuale tecnico-commerciale". Promorama, 1999. European standard EN 12407, EN 12440, prEN 12670 – CEN, Bruxelles, 2000. G. BLANCO - "Dizionario dell'Architettura di Pietra. I Materiali – 1". Carocci Ed., Roma, 2000.</p>	<p>and geochemistry". Reviews in mineralogy and geochemistry, volume 64. Geochemical Society Mineralogical Society of America, 2006. P. W. HARBEN, R. L. BATES. - "Geology of the Non metallics". Metal Bulletin Inc., New York, 1984. P. ZUFFARDI - "Giacimentologia, Prospezione mineraria, problemi geo-ambientali." 3° Ed. Pitagora Editrice, 2002 F. BRADLEY - "L'escavazione del marmo. Manuale tecnico-commerciale". Promorama, 1999. European standard EN 12407, EN 12440, prEN 12670 – CEN, Bruxelles, 2000. G. BLANCO - "Dizionario dell'Architettura di Pietra. I Materiali – 1". Carocci Ed., Roma, 2000.</p>
<p>Obiettivi formativi Il corso si propone di approfondire le conoscenze di base sulle principali caratteristiche (forma, giacitura, mineralogia, contesto geologico e contenuto di sostanze utili) di depositi di minerali e rocce di interesse economico. Verrà dato rilievo anche alle tecniche di coltivazione mineraria, di trattamento e lavorazione dei materiali, con esercitazioni che saranno rivolte soprattutto all'osservazione dei fenomeni in sito sul campo. Queste conoscenze costituiscono la base per l'applicazione delle metodologie di ricerca, valutazione e coltivazione dei giacimenti.</p>	<p>Aims The course aims to deepen the base knowledge on key characteristics (shape, position, mineralogy, geological context and ore/industrial mineral content) of mineral deposits and rocks of economic interest. The techniques of mining, treatment and processing of materials will be also discussed, with exercises that will be addressed in particular to the observation of phenomena in the field. This knowledge forms the basis for the application of research methods, evaluation and exploitation of mineral deposits.</p>
<p>Prerequisiti si richiede di aver frequentato il Corso di Georisorse.</p>	<p>Prerequisites it is necessary to have attended the courses of Basics of Ore Geology.</p>
<p>Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio - Esercitazioni sul terreno</p>	<p>Teaching form - Lessons - Laboratory experiences - Field experiences</p>
<p>Modalità di verifica Prova scritta con successiva prova orale sugli argomenti teorici. Prova pratica con riconoscimento campioni di minerali e rocce ornamentali e con lettura e interpretazione di carte tematiche. Presentazione e discussione di una relazione personale sulle visite tecniche sul campo e sui cantieri.</p>	<p>Examination type Written test followed by oral examination on theoretical arguments. Practical test with identification of mineral and rock samples, reading and interpretation of thematic maps. Presentation and discussion of a personal report on technical visits in the field and mining/quarrying sites.</p>
<p>Programma per esteso Parti teoriche (4 CFU): principali processi genetici dei giacimenti: processi crostali interni e superficiali (processi magmatici, idrotermali, sedimentari, arricchimento supergenico). Principali tipologie di giacimenti minerari: mesotermali, epitermali, porphyry, greisen, skarn, SEDEX (sedimentary-exhalative), VMS (volcanic massive sulphide), Cr e PGE (platinum group elements), BIF (banded iron formations). Principali tessiture e paragenesi degli ore minerals. Cartografia tematica mineraria e metallogenica. Metodologie di studio e di campionatura dei giacimenti. Suddivisione dei giacimenti in blocchi di coltivazione e diagrammi tenori - tonnellaggi – prezzi. Relazioni tra tettonica e metallogenesi, dall'Archeano al Fanerozoico. Cenni sulla distribuzione delle Province metallogeniche e la tettonica delle placche. Criteri generali di impostazione dell'attività estrattiva: importanza dello studio geologico preliminare. Approfondimenti sul quadro legislativo in materia di ricerca, scavo ed estrazione di materie prime per l'industria. Approfondimenti sui principali metodi di coltivazione e sulle diverse tipologie di cave e miniere. Cenni sul recupero ambientale, drenaggio acido di</p>	<p>Programme Theoretical parts (4 ECTS:): the main genetic processes of ore deposits: crustal and surface processes (magmatic, hydrothermal, sedimentary, supergene enrichment). Main types of mineral deposits: mesothermal, epithermal, porphyry, greisen, skarn, SEDEX (sedimentary-exhalative), VMS (volcanic massive sulphide) Cr and PGE (platinum group elements), BIF (banded iron formations). Main textures and paragenesis of ore minerals. Thematic and mining cartography. Sampling and study methods of mineral deposits. Classification of deposits: grade - tonnage - prices. Relations between tectonics and metallogenic events, from the Archeozoic to the Phanerozoic. Notes on the distribution of metallogenic provinces and plate tectonics. General criteria for the setting of mining activity: the importance of the preliminary geological study. Further discussion on the legislative framework for research, excavation and extraction of raw materials for industry. Main methods of mining and quarrying technologies and the different types of quarries and mines. Environmental restoration, acid rock drainage (ARD).</p>

GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	EARTH RESOURCES: INDUSTRIAL MINERALS AND ROCKS
<p>miniera (ARD, acid rock drainage). Minerali nocivi per la salute: amianto, silice, zeoliti fibrose.</p> <p>Lapidei per uso ornamentale: attrezzature ed impianti specifici per la coltivazione e lavorazione di rocce ornamentali; applicabilità, vantaggi e svantaggi dei diversi metodi di coltivazione e lavorazione. Tecniche di taglio, lucidatura e altre lavorazioni. Lo smaltimento degli scarti di coltivazione e lavorazione. I principali bacini estrattivi italiani di pietre ornamentali: loro descrizione e caratterizzazione, potenzialità estrattive e situazione geologica al contorno.</p> <p>Esercitazioni (1 CFU): nelle esercitazioni di laboratorio verrà approfondito il riconoscimento e la caratterizzazione di campioni di minerali (ore minerals e industrial minerals) e di rocce utili su un set più esteso di collezioni didattiche. Osservazioni su provini al microscopio in luce riflessa. Caratterizzazione mineralogica mediante diffrattometria a raggi-X su polveri (XRPD), microscopia elettronica a scansione (SEM) associata alla microanalisi in dispersione di energia (EDS).</p> <p>Attività di campo (1 CFU): sono previste esercitazioni fuori sede giornaliere, eventualmente integrate con – o costituite da – un viaggio d’istruzione di 2 giorni, con visita a località estrattive di particolare significato, sia per minerali industriali che per materiali lapidei, con annessi impianti di lavorazione o trattamento.</p>	<p>Harmful minerals: asbestos, silica, fibrous zeolites.</p> <p>Ornamental stones: deposits, quarrying technologies, processing, applicability, advantages and disadvantages of different quarrying and processing methods.</p> <p>Processing: cutting, polishing and other processes. The disposal of waste of the stone industry. The main sources of Italian ornamental stones: their description and characterization, quarrying potential and geological framework.</p> <p>Laboratory (1 credit): identification and characterization of mineral samples (ore and industrial minerals). Observations of specimens under a reflected light microscope. Mineralogical characterization by X-ray powder diffraction (XRPD), scanning electron microscopy (SEM) combined with energy dispersive microanalysis (EDS).</p> <p>Field work (1 credit) one day field trip, possibly integrated with a 2 days field trip, to places of particular mining significance, for ore and industrial mineral and ornamental stones, with processing or treatment plants.</p>
<p>Altre informazioni</p> <p>Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l’orario di ricevimento studenti e l’indirizzo e-mail.</p>	<p>More information</p> <p>Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher’s c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

GEOENERGIA	GEO-ENERGY
II anno, II semestre	II year, II semester
CFU 4	ECTS 4
<p>Docente Prof. Giovanni Crosta</p>	<p>Lecturer Prof. Giovanni Crosta</p>
<p>Contenuti</p> <p>Le fonti di energia sono uno dei fattori di maggiore rilevanza per le attività umane e il consumo di queste fonti ha un impatto immediato sulle condizioni di vita ma anche sugli equilibri del nostro pianeta.</p> <p>Il corso si propone di coprire gli aspetti fondamentali riguardanti i problemi della ricerca e sfruttamento delle risorse energetiche con cenni sui rischi connessi.</p>	<p>Contents</p> <p>Energy resources are one of the most important factors for human activity and consumption of these sources has an immediate impact on the living conditions but also on the equilibrium and evolution of our planet.</p> <p>The course will cover the basic aspects regarding the problems of research and exploitation of energy resources with hints about the associated risks.</p>
<p>Testi di riferimento</p> <p>materiale fornito dal docente, articoli e altri testi</p>	<p>References</p> <p>course notes, papers and other texts</p>
<p>Obiettivi formativi</p> <p>Fornire un quadro conoscitivo che renda un geologo in grado di affrontare le emergenti problematiche in tema di geoenergia e sostenibilità</p>	<p>Aims</p> <p>Provide a broad framework of knowledge to geologists to address the emerging issues in the field of geo-energy and sustainability</p>
<p>Modalità didattica</p> <p>- Lezione frontale</p>	<p>Teaching form:</p> <p>- Lessons</p>

GEOENERGIA	GEO-ENERGY
<p>Modalità di verifica - esame orale</p>	<p>Examination type - Oral examination</p>
<p>Programma per esteso Tale corso avrà i seguenti contenuti: - <u>Introduzione generale alle fonti di energia</u> - Domanda di energia. <u>Modelli concettuali di rocce serbatoio</u></p> <p>Modelli concettuali di giacimenti di idrocarburi - Caratteristiche geometriche, fisiche e meccaniche di rocce serbatoio - Fattori geologici determinanti - Strumenti e tecniche per la caratterizzazione - Stratificazione dei fluidi in un giacimento - Circolazione multifluido in giacimenti olio e gas, in rocce porose e fratturate - Geomeccanica applicata all'estrazione di idrocarburi (stabilità, perforazioni, sforzi in serbatoio, tecniche di miglioramento) - Risorse non convenzionali</p> <p><u>Introduzione alle risorse geotermiche, sistemi geotermici a bassa, media e alta entalpia</u></p> <p>- Il campo termico terrestre. Cenni storici di geotermia. Sorgenti di energia termica all'interno della Terra. Il gradiente geotermico. Contrasti di conduttività. Effetti di temperature non uniformi alla superficie sui profili di temperatura. Distribuzione della temperatura entro la Terra e le mappe Geotermiche. - Proprietà termiche delle rocce e dei fluidi (Conducibilità, capacità, diffusività). L'impatto delle alte pressioni e temperature sui fluidi. Misura del campo termico, strumentazione, metodi. Anomalie di temperatura e associazione con fenomeni naturali (acque termali, sorgenti calde, geyser, vulcani, vulcani di fango). Interpretazione di misure termiche. - Concetti, classificazione e chimica dei sistemi geotermici. Sviluppo di un modello geotermico. Analisi regimi geotermici. Indagini termiche nella ricerca petrolifera. Analisi termiche in idrologia. - Sistemi di pompe di calore a ciclo aperto e chiuso. Impatti sulla qualità dell'acqua. Normativa. Flusso d'acqua e trasporto di calore Immagazzinamento calore, capacità specifica e termica, trasporto di calore per advezione, conduzione, convezione. - Scambiatori di calore. Stima del potenziale termico di un acquifero superficiale non confinato. - Soluzioni analitiche per sistemi chiusi e aperti. - Soluzioni numeriche. - Funzionamento a breve e lungo termine. - Metodi di indagine. - EGS: enhanced geothermal systems, hot dry rocks, tecniche di miglioramento delle performance di rocce serbatoio</p> <p><u>Stoccaggio di CO₂ e gas naturali</u> - Caratterizzazione delle proprietà dei materiali - Metodi di modellazione - Prove in laboratorio, in sito e monitoraggio - Micro-sismicità indotta - Tecniche di ricerca geofisica Valutazioni per lo stoccaggio di scorie radioattive</p>	<p>Programme Main contents of this course are: - <u>General introduction to energy resources</u> - Energy demand <u>Conceptual models of reservoir rocks</u></p> <p>Conceptual models of oil and gas reservoirs - Geometric, physical and mechanical properties of reservoir rocks - Geological key-factors - Tools and techniques for characterization - Stratification of fluids in a reservoir - Multi-fluid circulation in oil and gas deposits in porous rocks and fractured rock masses - Geomechanics applied to the extraction of hydrocarbons (drilling, stability, stresses in a reservoir, improvement techniques) - Unconventional resources</p> <p><u>Introduction to geothermal resources, geothermal systems in low, medium and high enthalpy</u></p> <p>- The thermal field of the Earth. A brief history of geothermal energy. Sources of thermal energy within the Earth. The geothermal gradient. Conductivity contrasts. Effects of non-uniform temperatures to the surface on temperature profiles. Temperature distribution within the Earth and the Geothermal maps. - Thermal properties of the rocks and fluids (conductivity, capacity, diffusivity). The impact of high temperature and pressure on fluids. Measurement of the thermal field, instrumentation, methods. Temperature anomalies and association with natural phenomena (hot springs, geysers, volcanoes, mud volcanoes). Interpretation of thermal measurements. - Concepts, classification and chemistry of geothermal systems. Development of a geothermal model. Analysis of geothermal systems. Thermal surveys in oil exploration. Thermal analysis in hydrology. - Systems of heat pumps in open and closed loops. Impacts on water quality. Legislation. Water flow and heat transport Storage heat, specific capacity and thermal, heat transport by advection, conduction, convection. - Heat exchangers. Estimation of the potential heat of a shallow unconfined aquifer. - Analytical solutions for closed and open systems. - Numerical solutions. - Operation in the short and long term. - Methods of investigation. - EGS: enhanced geothermal systems, hot dry rocks, techniques for improving the performance of reservoir rocks</p> <p><u>CO₂ storage and natural gas</u> - Characterization of material properties - Modeling Methods - Tests in the laboratory, and on-site monitoring - Micro-induced seismicity - Techniques of Geophysical Research Evaluation of radioactive waste repositories</p>
<p>Altre informazioni: Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è</p>	<p>More information: Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can</p>

GEOENERGIA	GEO-ENERGY
<p>possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.</p> <p>Il corso verrà svolto in collaborazione tra vari docenti, con presentazione di vari casi di studio e con attività seminariali connesse direttamente ai contenuti in oggetto</p>	<p>find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p> <p>The course will be conducted in collaboration between various teachers, with presentation of various case studies and seminars directly related to the content in question</p>

PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA	
II anno, I semestre	II year, II semester
CFU 6	ECTS 6
Docente Dott. Elisa Malinverno	Lecturer Dr. Elisa Malinverno
Contenuti Basi di paleoclimatologia: sistema climatico, cronologia, proxy. La variabilità climatica e le variazioni climatiche alle diverse scale di tempo. Le variazioni paleoceanografiche, ricostruite tramite proxy	Contents Bases of Paleoclimatology: climate system, chronology, proxies. Climatic variability and climate variations at different time scales. Paleoceanographic variations, as reconstructed through proxy data
Testi di riferimento Dispense fornite dal docente	References Slides provided by the Lecturer
Obiettivi Comprensione del sistema climatico, della sua variabilità e delle teleconnessioni; conoscenza delle variazioni climatiche a diverse scale di tempo; conoscenza dei principali processi oceanografici nel presente e nel passato	Aims Understanding of the climate system, its variability and teleconnections; knowledge of climatic variations at different time scales; knowledge of the main oceanographic processes in the present and in the past
Prerequisiti Geobiologia	Prerequisites Geobiology
Modalità didattica - Lezione frontale	Teaching form - Lessons
Modalità dell'esame - esame orale	Examination type - oral examination
Programma Obiettivi generali Il sistema climatico: componenti, inter-relazioni, variabilità annuale e interannuale. Variazioni climatiche: scale di tempo e meccanismi di controllo a scala globale; l'effetto antropico. Evoluzione del clima nel passato geologico: stati di greenhouse e icehouse; le variazioni climatiche e i cicli di Milankovitch; ciclicità a scala millenaria, secolare, decadale nel passato recente. I proxy paleoclimatici: esempi e applicazioni nel record terrestre, marino e dei ghiacci. Applicazioni in paleoceanografia: clima e livello del mare; gli eventi anossici globali e mediterranei (sapropel); la crisi di salinità; acidificazione degli oceani nell'ambiente attuale e nel passato.	Programme General Objectives The climate system: components, inter-relations, annual and inter-annual variability. Climatic variations: time scales and control mechanisms at the global scale; the anthropogenic impact. Climatic evolution in the geologic past: greenhouse and icehouse states; climate variations and Milankovitch cycles; millennial, centennial and decadal-scale variability in the recent past. Paleoclimatic proxies: examples and applications in the terrestrial, marine and ice record. Paleoceanographic applications; climate and sea level; global and Mediterranean (sapropel) anoxic events; the salinity crisis; ocean acidification in the present-day and in the paleo-record.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and

PALEOCEANOLOGRAFIA E PALEOCLIMATOLOGIA	
lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	e-mail.

MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D	3D GEOMODELLING
II anno, I semestre	II year, II semester
CFU 4	ECTS 4
Docente Dott. Andrea Bistacchi	Lecturer Dr. Andrea Bistacchi
Contenuti Il corso si propone di affrontare tematiche relative alla modellazione geologica 3D, attraverso una trattazione teorica e esercizi pratici con software dedicati utilizzati nell'industria.	Contents The course regards 3D geomodelling techniques, which are discussed in theory and implemented in exercises with industry-standard software.
Obiettivi formativi Il corso si propone di affrontare tematiche relative alla modellazione geologica 3D per mezzo di software avanzati.	Aims To carry out a thorough review of 3D geomodelling techniques with advanced software
Prerequisiti Geodinamica e Geologia strutturale	Prerequisites Geodynamics and structural geology
Modalità didattica - Lezione frontale, esercitazioni	Teaching form - Lessons, laboratory experiences,
Modalità di verifica - discussione orale di un progetto pratico.	Examination type - oral discussion of a practical project
Programma per esteso: Il corso si sviluppa attraverso una parte teorica strettamente integrata con esercitazioni pratiche. I principali argomenti sono: (1) fondamenti del geomodelling, topologia, modelli discreti, griglie, geostatistica ed interpolazione; (2) sorgenti di dati 3D: dati di superficie, sondaggi e pozzi, rilievi geofisici; (3) software: limiti e potenzialità; (4) modellazione di una semplice successione sedimentaria; (5) reticoli di faglie; (6) pieghe cilindriche; (7) corpi complessi; (8) rappresentazione, modellazione e simulazione di proprietà degli oggetti geologici; (9) modellazione di sistemi di fratture; (10) retrodeformazione; (11) impiego di modelli geologici 3D come dato di input verso altri ambiti di modellazione: modelli meccanici, simulatori di flusso in geologia degli idrocarburi, modelli idrogeologici, ecc.	Programme: The course includes a review of theory tightly integrated with practical exercises. Principal topics are: (1) fundamentals of geomodelling, topology, discrete models, grids, geostatistics and interpolation; (2) 3D data sources: surface geology, borehole, and geophysics data; (3) software: problems and functionalities; (4) modelling a simple layer-cake stratigraphy; (5) fault networks; (6) cylindrical folds; (7) complex geo-bodies; (8) representation, modelling and simulation of properties of geological objects; (9) fracture network modelling; (10) retrodeformation; (11) using 3D geomodels as input data for further modelling steps: mechanical models, flow simulators in hydrocarbon geology, hydrogeological models, etc.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail.	More information Website: www.disat.unimib.it in teaching area you can find information about teachers c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

METODI DI ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE	ADVANCED METHODS IN STRUCTURAL GEOLOGY
II anno, I semestre	II year, II semester

METODI DI ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE	ADVANCED METHODS IN STRUCTURAL GEOLOGY
CFU 4	ECTS 4
Docente Dott. Andrea Bistacchi	Lecturer Dr. Andrea Bistacchi
Contenuti Il corso riguarda tecniche avanzate per l'acquisizione e l'analisi di dati geologico-strutturali a scale diverse, sul terreno ed in laboratorio.	Contents The course covers advanced techniques for the collection and analysis of structural geology data at different scales in the field and in the lab.
Testi di riferimento Diversi	References Various
Obiettivi formativi Essere in grado di raccogliere e analizzare in modo integrato dati strutturali a diverse scale.	Aims To be able to collect and analyse integrated structural geology datasets at different scales.
Prerequisiti Geodinamica e Geologia strutturale	Prerequisites Geodynamics and structural geology
Modalità didattica - Lezione frontale, esercitazioni in laboratorio e sul terreno	Teaching form - Lessons, laboratory experiences, and fieldwork
Modalità di verifica: - esame orale e progetto personale	Examination type: - Oral examination and personal project
<p>Programma per esteso: Nel corso di due moduli, in cui saranno affrontati casi di studio relativi a sistemi di pieghe e a zone di faglia in ambiente (1) fragile e (2) duttile, si svolgeranno le seguenti attività, simulando tutte le fasi di un progetto di caratterizzazione strutturale secondo gli standard più aggiornati:</p> <p>(1) inquadramento geologico, strutturale e tettonico, basato su dati bibliografici (articoli scientifici, carte geologiche, ecc.);</p> <p>(2) reperimento dei dati utili al rilievo (basi topografiche, immagini aeree e satellitari, DTM, ecc.) ed impostazione di una banca dati adeguata alle finalità del progetto;</p> <p>(3) rilievo di terreno, svolto a diverse scale in funzione delle finalità del progetto e delle scale proprie delle strutture analizzate; nel corso di questa fase del lavoro saranno raccolti dati geologici (carta geologica), dati strutturali (misure di orientazione degli elementi del fabric, faglie e fratture, analisi cinematica/microtettonica, ecc.), campioni orientati, ecc.; saranno svolti, sempre in funzione del progetto, anche rilievi di estremo dettaglio, quali scanlines e scanareas, form surface maps, eventuali rilievi 3D con metodi fotogrammetrici, ecc.</p> <p>(4) implementazione della base dati e restituzione dei dati raccolti;</p> <p>(5) analisi microstrutturale al microscopio ottico ed, eventualmente, al microscopio elettronico a scansione, volta a definire, secondo il caso studiato, le condizioni meccaniche e ambientali della deformazione (fragili oppure duttili, sismogeniche oppure creep, ecc.), i meccanismi di deformazione a scala inter- e intra-granulare, la cronologia delle fasi deformative, la cinematica, le relazioni metamorfismo-deformazione, le relazioni con sistemi di vene ed altre evidenze di circolazione di fluidi, le caratteristiche tessiturali ed idrauliche delle rocce di faglia, ecc.</p> <p>(6) analisi dei dati tramite proiezioni stereografiche e statistica direzionale, analisi statistica dei network di</p>	<p>Programme: During two modules, dealing with case studies on fold and fault systems in the (1) brittle and (2) ductile deformation regime, the following tasks will be carried out, simulating all the phases of a state-of-the-art structural geology project:</p> <p>(1) geological, structural and tectonic setting, based on published data (scientific papers, geological maps, etc.);</p> <p>(2) collection of base data (topographic maps, digital satellite and aerial images, DM, etc.);</p> <p>(3) fieldwork, carried out at different scales according to the goals of the case study and the scale of the investigated structures; results of this phase will include a geological map, structural data (orientation data on metamorphic fabrics and/or faults and fractures, kinematic data, etc.), oriented samples, etc.; according to the project goals, also very detailed surveys will be carried out, such as scanlines, scanareas, form surface maps, 3D surveys with photogrammetric methods, etc.</p> <p>(4) implementation of a database and restitution of all collected data;</p> <p>(5) microstructural analysis with optical microscopy and possibly SEM, aimed at defining, according to the case study, mechanical and environmental conditions of deformation (brittle vs. ductile, seismogenic vs. creep, etc.), deformation mechanisms at the inter- and intra-granular scale, deformation phases chronology, kinematics, deformation-metamorphism relationships, relationships with veins and fluid flow, textural and hydraulic properties of fault rocks, etc.</p> <p>(6) data analysis with stereoplots and directional statistics, statistical analysis of fault and fracture networks, geological cross-sections (possibly balanced), reconstruction of deformation phases (time-deformation paths) and definition of the associated mechanical, hydraulic, pressure and temperature conditions;</p>

METODI DI ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE	ADVANCED METHODS IN STRUCTURAL GEOLOGY
faglie e fratture, costruzione di sezioni geologiche (eventualmente bilanciate, secondo il progetto), ricostruzione di sequenze di fasi deformative (percorsi tempo-deformazione) e caratterizzazione delle stesse in termini di condizioni meccaniche, idrauliche e di pressione e temperatura; (8) discussione dei risultati e conclusioni, in funzione delle finalità del progetto.	(8) discussion of results and conclusion of the case studies, according to the project goals.
Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo email.	More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.

LABORATORIO MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA	GROUNDWATER MODELLING LAB
II anno, II semestre	II year, II semester
CFU 4	ECTS 4
Docente Prof. Paolo Frattini	Lecturer Prof. Paolo Frattini
Contenuti Richiami sui metodi numerici a completamento di altri corsi e finalizzati alla modellazione idrogeologica. Utilizzo di codici di calcolo agli elementi finiti e differenze finite per la soluzione di problemi di flusso di acque sotterranee	Contents: Basics of numerical methods with particular reference to groundwater modelling. Application of finite element and finite difference numerical codes for the solution of groundwater flow
Testi di riferimento Verranno indicati all'inizio del corso dal docente	References Course notes and power-point slides provided by the teacher
Obiettivi formativi Il corso intende fornire delle basi teoriche e pratiche circa la modellazione numerica e l'utilizzo di codici di calcolo ai fini della simulazione idrogeologica. A fine corso lo studente sarà in grado di utilizzare strumenti di calcolo di diverso tipo ai fini di impostare e svolgere simulazioni di fenomeni geologici in cui siano rilevanti il comportamento dei materiali, la presenza di fluidi e di eventuali opere.	Aims To provide theoretical and practical basis on numerical techniques for groundwater modelling. The student will be able to use different numerical codes to solve problems related to fluid flow in geological problems.
Prerequisiti Idrogeologia	Prerequisites Idrogeologia
Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio	Teaching form - Lessons - Laboratory experiences
Modalità di verifica Prevalentemente basato sullo svolgimento di un progetto tramite utilizzo di codici di calcolo e successiva presentazione e discussione dello stesso.	Examination type Development of a practical modelling project with report and short discussion.
Programma per esteso Richiami sui metodi numerici a completamento di altri corsi e finalizzati alla modellazione idrogeologica. Cenno a metodi numerici: differenze finite, elementi finiti. Approssimazioni, serie di Taylor, condizionamento, stabilità, consistenza, condizioni al contorno, metodi iterativi. Richiami di idrogeologia utili alla formulazione e risoluzione di problemi con tecniche numeriche. Esempi	Programme Basics of numerical methods with particular reference to groundwater modelling. Analysis of different approaches: finite differences, finite elements. Approximations, Taylor series, conditioning, stability, consistency, boundary conditions, iterative methods. Basics of hydrogeological concepts useful for the definition and the solution of problems by using numerical methods. Examples of numerical solutions,

LABORATORIO MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA	GROUNDWATER MODELLING LAB
<p>di soluzioni numeriche: eq. diffusione, advezione dispersione, flusso di calore. Utilizzo di codici di calcolo agli elementi finiti (es: FEFLOW) e differenze finite (es: MODFLOW in ambiente Groundwater Modelling System e Groundwater Vistas) per la soluzione di problemi di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - flusso di acque sotterranee in condizioni stazionarie e transitorie, - trasporto contaminanti - acquiferi salini costieri - ottimizzazione di pozzi 	<p>eq. diffusion, advection, dispersion, heat flow. Application of finite element (e.g., FEFLOW) and finite difference (e.g., MODFLOW with GMS and GV interfaces) numerical codes for the solution of:</p> <ul style="list-style-type: none"> - groundwater flow in saturated and unsaturated conditions, steady and transient. - contaminant transport - coastal saline aquifers - well design
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo email.</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

APPLICAZIONI GIS AVANZATE	ADVANCED GIS ANALYSIS
II anno, I semestre	II year, I semester
CFU 4	ECTS 4
Docente Prof. Paolo Frattini	Lecturer Prof. Paolo Frattini
Contenuti Teoria e pratica per l'analisi e la modellazione di dati territoriali con tecniche avanzate per finalità legate a: geomorfologia, geologia applicata, geologia marina, geologia strutturale.	Contents Theoretical and practical analysis and modelling of spatial data with advanced techniques related to: geomorphology, marine geology, engineering geology, structural geology
Testi di riferimento Hengl T. & Reuter H.I. (2009): Geomorphometry: concepts, software, applications. Elsevier, 1-765. M. Kanevsky and M. Maignan, (2004) Analysis and modelling of spatial environmental data, EPFL Press, Lausanne, + Materiale distribuito dal docente	References Hengl T. & Reuter H.I. (2009): Geomorphometry: concepts, software, applications. Elsevier, 1-765. M. Kanevsky and M. Maignan, (2004) Analysis and modelling of spatial environmental data, EPFL Press, Lausanne, + course notes and power-point slides provided by the teacher
Obiettivi formativi Sviluppare la capacità di analizzare e modellare dati territoriali con tecniche avanzate in ambiente GIS	Aims To improve the analysis and the modelling of spatial data with advanced techniques in GIS environment.
Prerequisiti Laboratorio SIT	Prerequisites GIS lab
Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio - Esercitazioni	Teaching form - Lessons, - Laboratory experiences,
Modalità di verifica Prevalentemente basato sullo svolgimento di un progetto tramite utilizzo di codici di calcolo e successiva presentazione e discussione dello stesso.	Examination type development of a practical modelling project with report and short discussion
Programma per esteso Teoria: Geomorfometria: tecniche di generazione e correzione di Modelli Digitali del terreno (DEM), funzioni topografiche (pendenza, esposizione, curvatura) e classificazione del terreno in funzione della forma, funzioni idrologiche e generazione automatica di bacini idrografici, esempi di applicazioni in problemi di geologia	Programme Theory: Geomorphometry: DEM generation techniques and methods for editing and correction of DEM, topographic functions (slope, aspect, curvature) and terrain classification, hydrological functions and automatic detections of drainage basins. Examples of application

APPLICAZIONI GIS AVANZATE	ADVANCED GIS ANALYSIS
<p>applicata e geomorfologia. Geostatistica: generazione del variogramma sperimentale, modellazione del variogramma, kriging semplice e kriging ordinario, co-kriging e applicazione e problemi di geologia applicata, idrogeologia e geologia marina. Esercitazioni in laboratorio: utilizzo di software commerciali (es: ESRI ArcGIS, SURFER) e open-source (es: SAGA-GIS, SGeMS) per l'applicazione di tutte le tecniche analizzate nella parte teorica. Le esercitazioni costituiscono parte fondamentale del corso e saranno svolte direttamente al computer con lo sviluppo di problemi di tipo geologico.</p>	<p>for geological problems. Geostatistics: generation of experimental variogram, variogram modelling, simple kriging, ordinary kriging, co-kriging. Examples of application to geological problems. Lab activity: application of commercial (e.g., ESRI ArcGIS, SURFER) and open-source (e.g., SAGA-GIS, SGeMS) software for a practical implementation of techniques.</p>
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

GEOFISICA APPLICATA	APPLIED GEOPHYSICS
II anno II, semestre	II year, II semester
CFU 4	ECTS 4
Docente Dott.	Lecturer Dr.
<p>Contenuti Il corso si propone di illustrare l'applicazione dei metodi geofisici per scopi geologico-ambientale concentrandosi sulle basi fisiche dei metodi, sui limiti, sull'acquisizione, elaborazione ed interpretazione di dati.</p>	<p>Contents Aim of this course is to illustrate the application of geophysical methods for geological and environmental purposes. The course focuses on the theory behind the methods, on the limits and on acquisition, processing and interpretation of data.</p>
<p>Testi di riferimento - Telford W.M., Geldart L.P. and Sheriff R.E., Applied Geophysics. edn., Cambridge University Press, 1991. - Reynolds J.M., An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, John Wiley and Sons. - Sharma P.V., Environmental and engineering geophysics, Cambridge University Press.</p>	<p>References - Telford W.M., Geldart L.P. and Sheriff R.E., Applied Geophysics. edn., Cambridge University Press, 1991. - Reynolds J.M., An Introduction to Applied and Environmental Geophysics, John Wiley and Sons. - Sharma P.V., Environmental and engineering geophysics, Cambridge University Press.</p>
<p>Obiettivi formativi - Essere in grado di operare proficuamente con la strumentazione geofisica di base; - Essere in grado di progettare ed eseguire indagini geofisiche superficiali; - Essere in grado di elaborare ed interpretare i dati derivanti da tali indagini; - Essere in grado di comunicare i risultati delle indagini attraverso relazioni e presentazioni.</p>	<p>Aims - Be able to operate proficiently basic geophysical instrumentation - Be able to design and carry out geophysical surveys; - Be able to reduce and interpret data arising from the surveys; - Be able to communicate the results of the surveys through professionally written reports and presentations</p>
<p>Prerequisiti E' consigliato il superamento di Prospezioni geofisiche</p>	<p>Prerequisites Suggested geophysical prospecting</p>
<p>Modalità didattica - Lezione frontale - Laboratorio</p>	<p>Teaching form - Lessons, - Laboratory experiences</p>
<p>Modalità di verifica: - esame orale</p>	<p>Examination type: - Oral examination</p>
<p>Programma per esteso: Descrizione dei principi dei metodi geofisici: sismici a</p>	<p>Programme: Description of the principles of geophysical methods:</p>

GEOFISICA APPLICATA	APPLIED GEOPHYSICS
<p>riflessione e rifrazione, geoelettrici, elettromagnetici, georadar gravimetrico e magnetico; con particolare enfasi sulle strategie di acquisizione e sui metodi di valutazione della qualità dei dati.</p> <p>Presentazione delle caratteristiche degli strumenti.</p> <p>Presentazione dei principi di pianificazione delle indagini geofisiche superficiali.</p> <p>Sono previste esercitazioni di laboratorio ed esercitazioni in situ. Le esercitazioni pratiche in laboratorio verteranno sulla valutazione di fattibilità e sulla pianificazione delle indagini, sulla verifica degli strumenti, e sull'elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti in situ.</p>	<p>seismic reflection and refraction, ground penetrating radar (GPR), geoelectrical, electromagnetic, gravity and magnetics. A particular emphasis will be devoted on the acquisition methods and on the evaluation of the data quality.</p> <p>The characteristics of the geophysical instruments will be shown.</p> <p>Further the planning of geophysical surveys will be shown.</p> <p>Laboratory and field experiences will be made.</p> <p>The laboratory experiences will be focused on the evaluation of the feasibility of field experiences and in planning the acquisition, instruments evaluation and acquired data interpretation</p>
<p>Altre informazioni</p> <p>Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail</p>	<p>More information</p> <p>Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>

SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	EXCAVATION AND IMPROVEMENT OF SOIL AND ROCKS
II anno, I semestre	II year, I semester
CFU 4	ECTS 4
Docente Prof. Riccardo Castellanza	Lecturer Prof. Riccardo Castellanza
Contenuti Aspetti geologico-tecnico e geotecnici relativi agli scavi in superficie, in sottterraneo ed alle tecniche di consolidamento dei terreni e delle rocce.	Contents Engineering geology and geotechnical aspects relating to the superficial and underground excavation; improvement techniques of the geomechanical behaviour of soils and rocks
Testi di riferimento -Manfred R. Hausmann. (2008). Engineering principles of ground modification, McGraw-Hill -Appunti ed altri riferimenti verranno indicate dal docente all'inizio del corso	References - Manfred R. Hausmann. (2008). Engineering principles of ground modification, McGraw-Hill -Notes and other references will be provided at the beginning of the course by the professor.
Obiettivi formativi Fornire competenze specifiche legate al profilo del geologo applicato in relazione agli scavi in superficie, in sottterraneo ed alle tecniche di consolidamento dei terreni. Il corso prevede alcune visite in cantieri.	Aims The main goal of the course consists in giving specific knowledge to the engineering geology to deal with geotechnical engineering problem for what concern superficial and underground excavations and method for improving the mechanical behaviour of geomaterial.
Prerequisiti Geologia Applicata, Laboratorio di Geotecnica e Geotecnica Applicata	Prerequisites Engineering Geology
Modalità didattica - Lezione frontale - Esercitazioni	Teaching form - Lessons - Practics
Modalità dell'esame Scritto e orale	Examination type Written and discussion of the contents
Valutazione dell'esame È richiesta la sufficienza in entrambe le prove	Evaluation It is required to show a sufficient level of learning both in written and oral presentation
Programma per esteso:	Programme:

SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	EXCAVATION AND IMPROVEMENT OF SOIL AND ROCKS
<p>Generalità. I lavori di scavo, finalità, caratteristiche del mezzo interessato (ammassi rocciosi e terreni), tipologie di scavi. Le indagini e caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnico/geomeccanica per la progettazione degli scavi.</p> <p>Scavi in superficie in TERRENI</p> <p>Tecniche di scavo in superficie. Tipologie di scavi per le diverse opere civili. Scavi di versanti. Lo scavo ed il sostegno: Diaframmi e Paratie. Contenimento di cedimenti indotti in aree urbane. Puntelli, tiranti ed altre soluzioni. Soluzioni operative per lo scavo sotto falda: metodi per il controllo della falda. Tecniche di consolidamento dei terreni. Scavo in terreni: macchine, loro prestazioni e criteri di scelta. Case histories.</p> <p>Scavi in superficie in AMMASSI ROCCIOSI</p> <p>Tecniche di scavo in superficie. Tipologie di scavi per le diverse opere civili. Scavi di versanti. Lo scavo ed il sostegno. Scavi in ammassi rocciosi con mine: esplosivi e mezzi di innesco, loro caratteristiche e prestazioni; macchine per la perforazione dei fori da mina; lo smarino, trasporti continui e discontinui. Scavo in ammassi rocciosi con mezzi meccanici: macchine operatrici, loro prestazioni e criteri di scelta in funzione del litotipo e delle finalità del lavoro. Case histories.</p> <p>Scavi in sottterraneo in TERRENI</p> <p>Lo scavo in sottterraneo. Le tipologie di spazi in sottterraneo, lo scavo ed il sostegno. Metodi costruttivi delle gallerie (tradizionale e meccanizzato) e di cavità in sottterraneo (caverne, stazioni in ambiente metropolitano). Differenti tecniche di scavo in tradizionale in relazione alla tipologia dei terreni ed all'interazione con il regime idrico. Lo scavo a piena sezione con TBM aperte e scudate. I problemi geologici, idrogeologici e geomeccanici associati. I parametri geologici, idrogeologici e geotecnici di progetto. Valutazione delle performance di scavo. Case histories.</p> <p>Lo scavo in terreni con mezzi meccanizzati, frese puntuali, metodi speciali. Lo scavo a piena sezione con TBM EPB e SS-HS. Condizionamento dei terreni e posa conci. Le indagini in corso d'opera. Monitoraggio in corso d'opera in sottterraneo e superficie. I sistemi di ventilazione, il trattamento acque, aspetti speciali. Il microtunnelling. Descrizione delle macchine e procedure di scavo. Case histories.</p> <p>Scavi in sottterraneo AMMASSI ROCCIOSI</p> <p>Lo scavo con metodi tradizionali: scavi in ammassi rocciosi con esplosivi e mezzi meccanici. I sostegni di prima fase e definitivi. Lo scavo con metodi meccanizzati: scavi in roccia con mezzi meccanici e frese puntuali. Lo scavo a piena sezione con TBM aperte e scudate, lo smarino. I problemi geologici, idrogeologici e geomeccanici associati. I parametri geologici, idrogeologici e geotecnici di progetto. Valutazione delle performance di scavo. Case histories.</p> <p>Consolidamento dei terreni e delle rocce</p> <p>Problemi e situazioni geologico-tecniche e ambientali che possono richiedere interventi di trattamento e consolidamento: fondazioni di opere d'ingegneria; pendii naturali; opere in terra; scavi in superficie e in sottterraneo; impianti di scarico; grandi infrastrutture; centri storici e monumenti. Metodi di consolidamento dei terreni: jet grouting e deep soil mixing.</p> <p>Materiali e prodotti geosintetici: tipologia; proprietà; applicazioni.</p> <p>Metodi di trattamento e consolidamento. Trattamento, con o senza aggiunta di materiali. Rinforzo.</p> <p>Tecniche d'intervento per la stabilizzazione e</p>	<p>Generality. The excavation work, purpose, characteristics of the rock masses and soils, types of excavations. The investigation and characterization of geological, hydrogeological and geotechnical / geomechanical design of excavations.</p> <p>Surface excavation in soils</p> <p>Excavation techniques on the surface. Excavations for the different types of civil works. Excavation of slopes. The excavation and support: Diaphragms and bulkheads. Induced subsidence in urban areas. Struts, ties and other solutions. Operational solutions for the excavation below the water table: methods for the control of the water. Techniques of soil grouting.</p> <p>Excavation in soil: equipment, their performance and selection criteria. Case histories.</p> <p>Surface excavations in rock masses</p> <p>Excavation techniques on the surface. Excavations for the different types of civil works. Excavation of slopes. The excavation and support. Excavations in rock masses with mines, explosives and triggering methods, their characteristics and performance; machines for drilling holes for blasting, the mucking, transportation continuous and discontinuous. Excavation in rock masses by mechanical means: machines, their performance and selection criteria as a function of lithotype and purpose of the work. Case histories.</p> <p>Underground excavations in soils</p> <p>The underground excavation. The types of spaces in underground excavation and support. Methods of construction of tunnels (mechanized and conventional) and underground cavities (caves, stations in urban habitat). Different techniques of excavation in relation to the traditional type of soil and interaction with the water regime. The mechanized excavation: TBM with open shielded. The parameters geological, hydrogeological and geotechnical design. Performance evaluation of excavation. Case histories.</p> <p>The excavation in soil with mechanized cutters on time, special methods. The full face excavation with EPB and SS-HS. Conditioning the soil and laying concrete. Investigations during construction. Monitoring of underground work and surface. The ventilation systems, water treatment, special aspects. The microtunnelling. Description of machinery and excavation procedures. Case histories.</p> <p>Underground excavations in rock masses</p> <p>The excavation by traditional methods: excavations in rock masses with explosives and mechanical means. The supports of the first and final phase. The excavation with mechanized methods: excavations in rock by local drilling machines</p> <p>The excavation full section with TBM with open and shielded. The parameters geological, hydrogeological and geotechnical design. Performance evaluation of excavation. Case histories.</p> <p>Improvement techniques for soils and rocks</p> <p>Problems and geological/environmental situations that may require emergency treatment and consolidation: the foundations of engineering works, natural slopes, earthworks, excavations on the surface and underground, exhaust systems, major infrastructure; historical centers and monuments. Methods of consolidation for soil: jet grouting, deep soil mixing.</p> <p>Geosynthetic materials and products: types, properties, applications. Methods of treatment and consolidation. Treatment, with or without added materials. Reinforcement. Intervention techniques for stabilization of slopes.</p>

SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	EXCAVATION AND IMPROVEMENT OF SOIL AND ROCKS
sistemazione dei pendii.	
<p>Altre informazioni Sul sito web: www.disat.unimib.it nell'area didattica è possibile trovare le informazioni sul c.v. del docente, il numero di telefono dello studio, la sede universitaria o di lavoro, l'orario di ricevimento studenti e l'indirizzo e-mail</p>	<p>More information Website: www.disat.unimib.it - in teaching area you can find information about teacher's c.v., telephone number, University room or other place of work, office hours and e-mail.</p>