

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali



**REGOLAMENTO DIDATTICO E PROGRAMMI DEGLI
INSEGNAMENTI DEI CORSI DI LAUREA IN**

SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE

Anno Accademico 2010-2011

(Laurea di primo livello e Laurea Magistrale)

www.unimib.it - www.geo.unimib.it

INDICE

LAUREA DI PRIMO LIVELLO

REGOLAMENTO DIDATTICO

Presentazione	pag. 1
Obiettivi formativi specifici	pag. 1
Descrizione del percorso formativo	pag. 3
Profili professionali e sbocchi occupazionali	pag. 4
Norme relative all'accesso	pag. 6
Organizzazione del Corso di Laurea	pag. 6
Prova finale	pag. 11
Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento	pag. 12

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Matematica	pag. 14
Fisica	pag. 15
Chimica generale e inorganica	pag. 15
Principi di Geologia	pag. 17
Geografia fisica	pag. 18
Mineralogia	pag. 20
Escursioni sul terreno	pag. 21

2° ANNO

Paleontologia	pag. 21
Petrografia	pag. 22
Geofisica	pag. 23
Informatica per le Scienze della Terra	pag. 24
Geologia strutturale	pag. 25
Rilevamento geologico	pag. 26
Geochemica	pag. 26
Campagna geologica I	pag. 27

3° ANNO

Sedimentologia	pag. 27
Geologia applicata	pag. 28
Laboratorio di Geotecnica	pag. 29
Georisorse	pag. 29
Laboratorio di Georisorse	pag. 30
Geopedologia	pag. 31
Campagna geologica II	pag. 31
Laboratorio SIT	pag. 32
Introduzione alla Geografia degli oceani	pag. 32
Geologia del Quaternario	pag. 33

LAUREA MAGISTRALE

REGOLAMENTO DIDATTICO

Presentazione	pag. 36
Obiettivi formativi	pag. 36
Descrizione del percorso formativo	pag. 39
Profili professionali e sbocchi occupazionali	pag. 39
Norme relative all'accesso	pag. 41
Organizzazione del corso di Laurea Magistrale	pag. 41
Prova finale	pag. 49
Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento	pag. 50

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Geologia dei bacini sedimentari	pag. 53
Geodinamica e geologia strutturale	pag. 53
Idrogeologia generale	pag. 54
Prospezioni geofisiche	pag. 55
Metodi di indagine geologico - tecnica	pag. 55
Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti	pag. 56
Valutazione dei rischi geologici	pag. 57
Statistica	pag. 57
Applicazioni di geobiologia	pag. 57
Geomorfologia Marina	pag. 58
Laboratorio di Geomorfologia Marina	pag. 59
Analisi e gestione delle biocenosi acquatiche	pag. 59
Ecologia quantitativa	pag. 59
Tettonica attiva e vulcano tettonica	pag. 60
Geologia del vulcanico	pag. 61
Geologia stratigrafica e regionale	pag. 61
Chimica Fisica	pag. 62
Geomorfologia avanzata	pag. 63

2° ANNO

Georisorse minerarie e lapidei	pag. 63
Introduzione alla Meccanica del continuo	pag. 65
Laboratorio di Modellistica applicata	pag. 65
Geocronologia e archeometria	pag. 66
Laboratorio di geobiologia 1	pag. 66
Petrologia	pag. 67
Paleoclimatologia	pag. 68
Sedimentologia Applicata	pag. 68
Modellazione Geologica 3D	pag. 69
Geomorfologia avanzata	pag. 70
Applicazioni GIS avanzate	pag. 70
Geofisica ambientale	pag. 70
Laboratorio di geofisica applicata	pag. 71
Metodologie avanzate di analisi mineralogica	pag. 71
Scavi in superficie e in sotterraneo	pag. 72

LAUREA DI PRIMO LIVELLO (DM 270/2004)
IN
SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE
Geological Sciences and Technologies

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche Classe L-34

REGOLAMENTO DIDATTICO – Anno Accademico 2010-2011

Presentazione

Il Corso di Laurea di primo livello in Scienze e Tecnologie Geologiche appartiene alla Classe delle Lauree in Scienze Geologiche (L-34), ha una durata di tre anni e comporta l'acquisizione di 180 crediti formativi universitari (CFU) per il conseguimento della Laurea. Sono previsti 20 esami, dei quali 6 nel primo anno di studio, 7 nel secondo e 7 nel terzo. Al termine degli studi, dopo aver acquisito 180 CFU, viene conferito il titolo, avente valore legale, di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche. Tale titolo di Laurea permette l'accesso a Master di primo livello, a corsi di Laurea Magistrale della classe LM-74 Scienze e Tecnologie Geologiche e di altre classi attivati presso l'Università degli Studi di Milano-Bicocca o presso altri atenei.

Il Corso di Laurea fornisce una solida preparazione culturale e metodologica nelle discipline di base delle Scienze della Terra, che consentirà ai laureati di affrontare problematiche di tipo geologico e geologico-applicativo. Particolare cura è stata data all'organizzazione del primo anno di studi, allo scopo di facilitare l'inserimento degli studenti nel sistema formativo universitario.

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. Lo studente che intende iscriversi a questo corso, deve possedere nozioni scientifiche di base e interesse verso le discipline relative alle Scienze della Terra. E' richiesta, inoltre, la disponibilità a svolgere una parte dell'apprendimento sul terreno.

Obiettivi formativi specifici e descrizione del percorso formativo

Obiettivi formativi specifici

Il Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche si colloca pienamente nell'ambito dei riferimenti europei per il settore delle Scienze della Terra ed ha lo scopo di fornire ai laureati una solida formazione di base, che consentirà di acquisire un'ampia conoscenza e comprensione della storia del nostro pianeta e delle caratteristiche dei processi geologici che hanno portato alla formazione dei materiali rocciosi che lo compongono. Per conseguire questi scopi, il Corso comprende un adeguato numero di insegnamenti a carattere teorico e pratico, corredati da esercitazioni e attività in laboratorio e sul terreno, distribuiti in modo tale da coprire i diversi ambiti disciplinari.

Particolare importanza viene attribuita alle attività di terreno, finalizzate a fornire competenze nella comprensione dei fenomeni geologici, nello studio e descrizione delle geometrie dei corpi rocciosi e nell'apprendimento delle tecniche cartografiche di base, con particolare riferimento al rilevamento geologico.

Il laureato acquisirà le competenze necessarie ad analizzare autonomamente, sul terreno e in laboratorio, i materiali geologici, attraverso l'utilizzo di strumenti moderni e l'applicazione di metodi quantitativi, e a descrivere, analizzare, documentare e riportare i

risultati delle analisi condotte. Il laureato sarà in grado di inquadrare i processi geologici in un adeguato contesto spazio-temporale, nonché di riconoscere il ruolo e le responsabilità delle Scienze della Terra nella società. Le competenze acquisite saranno applicabili nell'ambito delle indagini geologiche e geognostiche, nella difesa dai rischi geologici e nella loro mitigazione, nella salvaguardia e corretta utilizzazione delle materie prime e delle risorse ambientali in ambito terrestre e marino, nonché alla conservazione dei beni culturali lapidei. Il laureato sarà inoltre in grado di utilizzare i Sistemi Informativi Territoriali nelle applicazioni cartografiche di base proprie delle discipline geologiche.

E' prevista la possibilità di acquisire una preparazione più orientata alla professionalità, attraverso l'esecuzione di un tirocinio/stage presso enti pubblici o privati, ivi compresi soggetti del terzo settore, ordini e collegi professionali.

Vengono di seguito riportati i risultati di apprendimento attesi, espressi 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.

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

Riguarda i seguenti punti:

- il possesso di buone conoscenze di base di tipo scientifico, riferite soprattutto all'ambito delle Scienze della Terra, a un livello più elevato di quello della scuola superiore;
- la conoscenza e comprensione della storia del nostro pianeta e delle caratteristiche dei fenomeni e dei processi geologici che hanno portato alla formazione dei materiali rocciosi che lo costituiscono;
- la capacità di riconoscere le caratteristiche geometriche e composizionali dei corpi rocciosi.

Tali conoscenze verranno acquisite attraverso lezioni teoriche in aula, esercitazioni, laboratori ed escursioni sul terreno. La verifica dell'apprendimento sarà effettuata attraverso esami, prove pratiche e preparazione di relazioni scritte, incentrate soprattutto sulle attività pratiche di laboratorio e di terreno.

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

E' riferita alla capacità di applicare le conoscenze acquisite all'analisi e alla descrizione dei materiali geologici in laboratorio e sul terreno, nonché allo studio delle problematiche geologiche in generale, attraverso l'utilizzo di strumenti moderni e l'applicazione di metodi quantitativi con approccio di tipo professionale. Riguarda inoltre la capacità di eseguire operazioni di calcolo matematico e di operare attraverso l'utilizzo dei metodi informatici territoriali di vario tipo.

Le attività formative previste per ottenere questi risultati comprendono l'utilizzo di strumentazioni e laboratori appositamente predisposti, forniti di moderni strumenti analitici e attrezzature, utilizzando i quali gli studenti acquisiranno la necessaria familiarità per lo studio e la descrizione di rocce e terreni e per la determinazione delle loro proprietà. Nell'ambito di alcuni insegnamenti verrà richiesta l'elaborazione dei risultati delle prove effettuate e la stesura di relazioni, da valutare nell'ambito delle prove d'esame. Per quanto riguarda gli aspetti territoriali, verranno forniti insegnamenti teorici e pratici per l'utilizzo della cartografia geologica più aggiornata, utilizzando anche i Sistemi Informativi Territoriali. In questo caso i risultati d'apprendimento saranno valutati attraverso prove pratiche e la stesura di relazioni.

c) Autonomia di giudizio (making judgements)

Riguarda:

- la capacità di valutare in modo autonomo la complessità dei sistemi naturali, di pianificare in modo adeguato le indagini geologiche, di raccogliere e scegliere i dati necessari, valutandone la qualità e l'affidabilità;
- la capacità di valutare il ruolo e le responsabilità delle Scienze Geologiche nella gestione e protezione del territorio, per quanto riguarda gli aspetti relativi ai rischi geologici, alla salvaguardia e corretta utilizzazione delle materie prime, delle risorse ambientali in ambito terrestre e marino e alla conservazione dei beni culturali lapidei.

A questo riguardo molti insegnamenti comprenderanno l'analisi di casi di studio reali, allo scopo di fornire agli studenti gli strumenti conoscitivi necessari a sviluppare senso critico e ad ottenere i risultati preposti. Nell'ambito delle "ulteriori attività formative", verranno istituiti seminari tenuti da esperti in vari settori, volti a illustrare il ruolo delle Scienze Geologiche nell'ambito degli aspetti ricordati in precedenza. La stesura di relazioni scritte individuali, relative a questo tipo di problematiche, consentirà, oltre a prove d'esame scritte e orali, la valutazione dell'apprendimento conseguito.

d) Abilità comunicative (communication skills)

Si riferiscono alla capacità di comunicare correttamente informazioni, idee, soluzioni e problemi relativi alle Scienze Geologiche in lingua madre, in modo orale e scritto, ad interlocutori specialisti e non specialisti. Considerano inoltre la capacità di utilizzare il linguaggio tecnico in una seconda lingua europea diversa dall'Italiano, con particolare riferimento all'Inglese, e di avere familiarità con i principali strumenti informatici ed Internet. Tali risultati verranno conseguiti attraverso la presentazione da parte degli studenti di relazioni orali e scritte, opportunamente inserite nell'ambito di alcune prove d'esame. Tutti gli insegnamenti introdurranno la terminologia tecnica più comune in lingua inglese; verrà consigliato dai docenti l'utilizzo di testi di base e articoli specifici in lingua inglese per la preparazione dei singoli esami di profitto. Verrà inoltre richiesta la stesura in lingua inglese di un riassunto esteso dell'elaborato per la prova finale.

Per quanto riguarda gli strumenti informatici e Internet, saranno previste, sia nell'ambito degli insegnamenti, sia nella preparazione della prova finale, attività di laboratorio relative alla ricerca e alla consultazione di banche dati di vario tipo (ricerche bibliografiche da effettuare attraverso differenti motori di ricerca, database cartografici regionali e nazionali, ecc.) e alla predisposizione di elaborati in forma digitale, attraverso l'utilizzo di appositi software di utilizzo comune.

e) Capacità di apprendimento (learning skills)

Riguarda la capacità di apprendere in modo autonomo, attraverso l'utilizzo di testi avanzati, banche dati e informazioni disponibili in rete in modo tale da poter aggiornare e approfondire le proprie conoscenze.

Nell'ambito di alcuni insegnamenti e delle attività per la prova finale, gli studenti dovranno pertanto approfondire in modo autonomo alcuni argomenti, attraverso la consultazione di testi specialistici disponibili in biblioteche, su riviste specialistiche o in Internet. I risultati di apprendimento verranno valutati nelle prove d'esame e/o attraverso apposite relazioni scritte.

Descrizione del percorso formativo

Nel **primo anno** del corso di studio sono previsti insegnamenti relativi alle discipline scientifiche di base (**Matematica, Fisica e Chimica**) e insegnamenti relativi alle Scienze della Terra a carattere introduttivo (**Principi di Geologia, Geografia Fisica e**

Mineralogia). Sono previste attività didattiche relative alla **conoscenza della lingua straniera** (per le finalità del corso è consigliata la **lingua inglese**) e **attività sul terreno** a carattere introduttivo.

Durante il **secondo anno** verranno affrontate le principali discipline delle Scienze della Terra che forniranno le basi culturali e metodologiche per gli studi successivi. Sono previsti insegnamenti relativi alla **Paleontologia, Petrografia, Geochimica, Geofisica, Rilevamento Geologico e Geologia Strutturale**. E' prevista una campagna di rilevamento geologico sul terreno della durata di una settimana (**Campagna geologica I**). E' inoltre presente un corso di **Informatica** a carattere introduttivo.

Nel **terzo anno** di studio verranno approfonditi alcuni argomenti a carattere geologico generale (**Sedimentologia e Stratigrafia**), mentre la preparazione generale acquisita in precedenza verrà completata attraverso materie di tipo tecnico-applicativo (**Geologia applicata, Georisorse, Laboratorio di Geotecnica, Geopedologia**). Verrà dedicato un laboratorio all'apprendimento dell'utilizzo dei **Sistemi Informativi Territoriali (Laboratorio SIT)**, in alternativa con altri insegnamenti di tipo affine e integrativo (**Geologia del Quaternario, Rilevamento Geomorfologico in mare, Introduzione alla Geografia degli Oceani, Laboratorio di Georisorse**). Verrà infine effettuata una seconda campagna geologica (**Campagna geologica II**) su problematiche geologiche più complesse rispetto a quelle affrontate durante il II anno. La preparazione acquisita attraverso gli insegnamenti frontali verrà completata attraverso **attività seminariali su argomenti di tipo applicativo**, comprendenti anche l'utilizzo della **normativa vigente**.

Durante la parte finale del terzo anno lo studente svolgerà le **attività relative alla Prova Finale** sotto la guida di uno o più supervisori.

Profili professionali e sbocchi occupazionali

La scelta dei profili professionali e 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 MM.FF.NN. in collaborazione con Assolombarda e dal Coordinamento del Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche, ai quali 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 riconosciuta alle attività di terreno, alle capacità linguistiche, informatiche e relazionali. E' infine emersa la necessità di formare geologi con maggiore "coscienza" del proprio ruolo.

Le principali occupazioni per i futuri geologi riguarderanno in primo luogo i vari aspetti della geologia ambientale, le geotecnologie, l'idrogeologia, la caratterizzazione dei materiali lapidei e mineralogici, la geologia degli idrocarburi e le tecniche di perforazione e le indagini sul sottosuolo. Vengono sempre considerati punti di forza della preparazione

del geologo la capacità di indagine geognostica sul terreno e quella di rilevamento geologico. Accanto a queste, ne emergono altre più nuove, ad esempio, la capacità di gestire i Sistemi Informativi Territoriali.

La maggior parte di Enti ed Aziende si dichiara favorevole ed interessata alla nuova laurea triennale e ad inserire questa figura di laureato nei propri settori lavorativi, fornendo anche utili indicazioni sul tipo di preparazione necessaria che, oltre che di base, deve essere fortemente professionalizzante, incanalata nei settori specifici sopra citati.

Risulta che gli Enti Pubblici, naturali gestori del territorio, offriranno opportunità notevolmente maggiori rispetto al mondo aziendale. Ulteriori concrete opportunità appaiono legate all'attività professionale autonoma, all'imprenditoria giovanile e al lavoro all'estero.

Per quanto riguarda l'attività professionale autonoma, si rende noto che lo schema di regolamento sulla disciplina dell'accesso alle professioni (D.P.R. 328/01 del 05.06.2001) prevede, per il **laureato di primo livello, l'iscrizione nella sezione B (geologi juniores) dell'albo professionale dell'ordine dei geologi**, previo superamento di apposito esame di Stato. Lo stesso regolamento precisa che formano oggetto dell'attività professionale degli iscritti nella sezione B le attività di acquisizione e rappresentazione dei dati di campagna e di laboratorio con metodi diretti e indiretti.

L'inserimento professionale è possibile in amministrazioni pubbliche, istituzioni private, imprese e studi professionali che operano nei seguenti settori:

- cartografia geologica e tecnica di base, regionale e nazionale;
- supporto all'acquisizione di dati per la prevenzione dei rischi geologico-ambientali (alluvioni, frane, subsidenza, inquinamento, terremoti, eruzioni vulcaniche, maremoti, erosione costiera);
- prove e monitoraggio di base finalizzati alla ricerca e salvaguardia delle risorse idriche e al recupero degli acquiferi;
- prove di laboratorio per la caratterizzazione di rocce e materiali incoerenti;
- campionamenti e prove in sito a terra e in mare;
- assistenza all'esecuzione di esplorazioni geofisiche di base;
- supporto alla ricerca e sviluppo di materie prime naturali con particolare riferimento all'industria del petrolio;
- raccolta di dati geologici per la valutazione di impatto ambientale;
- raccolta di dati geologici finalizzati alle attività estrattive e al recupero di siti dismessi;
- recupero delle materie prime secondarie;
- ricerca, impiego e commercializzazione di materiali lapidei ornamentali;
- assistenza e gestione di cantieri, impianti minerari e di lavorazione;
- industria ceramica e del laterizio.

Seguendo le categorie ISTAT, il corso prepara alle professioni di:

Geologo

Paleontologo,

Geofisico,

Cartografo e fotogrammetrista,

Tecnico del controllo ambientale,

Tecnico dello smaltimento dei rifiuti.

Norme relative all'accesso

"Le Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali delle università italiane hanno concordato di effettuare una prova di valutazione nazionale delle conoscenze scientifiche di base. Tale prova è finalizzata a favorire l'inserimento nel percorso didattico e permetterà di organizzare specifiche attività di supporto da offrire alle matricole per le quali si evidenziassero eventuali carenze.

La prova consiste in domande a risposta multipla di carattere matematico-logico e sarà effettuata nelle date che saranno pubblicate alla pagina web www.scienze.unimib.it.

Le attività di supporto agli studenti per i quali siano state accertate carenze di conoscenze saranno costituite da corsi intensivi a frequenza obbligatoria.

Coloro che, non superando la prova di valutazione delle conoscenze di base, non superassero neanche l'esame di Matematica, previsto al primo anno del presente Regolamento, non potranno sostenere alcun esame degli anni successivi."

Organizzazione del Corso di Laurea

Attività formative di base

Le attività formative di base comprendono corsi volti a fornire le basi culturali e metodologiche della preparazione degli studenti. Gli insegnamenti di questo tipo sono concentrati tra il primo e il secondo anno di studio.

Insegnamenti di base

MATEMATICA	12CFU	MAT/05	1° anno
FISICA	12CFU	FIS/01	1° anno
CHIMICA GENERALE E INORGANICA	8CFU	CHIM/03	1° anno
PRINCIPI DI GEOLOGIA	8CFU	GEO/03-GEO/07	1° anno
INFORMATICA PER LE SCIENZE DELLA TERRA	4CFU	INF/01	2° anno
PALEONTOLOGIA	8CFU	GEO/01	2° anno
RILEVAMENTO GEOLOGICO	8CFU	GEO/02	2° anno

Attività formative caratterizzanti

Queste attività comprendono attività formative che caratterizzano il Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Geologiche e sono distribuite nei tre anni di corso con una netta prevalenza nel secondo anno.

Insegnamenti caratterizzanti

GEOGRAFIA FISICA	8CFU	GEO/04	1° anno
MINERALOGIA	8CFU	GEO/06	1° anno
GEOLOGIA STRUTTURALE	8CFU	GEO/03	2° anno
GEOCHIMICA	8CFU	GEO/08	2° anno
PETROGRAFIA CON LABORATORIO	12CFU	GEO/07	2° anno
GEOFISICA	8CFU	GEO/10	2° anno
GEORISORSE	4CFU	GEO/09	3° anno
GEOLOGIA APPLICATA (a)	12CFU	GEO/05	3° anno
SEDIMENTOLOGIA	8CFU	GEO/02	3° anno

(a) Il corso di Geologia applicata è integrato con il modulo di Laboratorio di Geotecnica (4CFU), facente parte delle attività di tipo affine e integrativo.

Attività formative affini ed integrative

Per questo tipo di attività sono previsti 20 CFU distribuiti in 5 corsi che consentiranno di integrare e rafforzare le conoscenze acquisite, includendo argomenti e metodologie differenziate rispetto a quelle previste per gli insegnamenti di base e caratterizzanti (es.: attività di apprendimento sul terreno come le campagne geologiche, laboratori pratici sui Sistemi Informativi Territoriali e su argomenti geotecnici).

Insegnamenti affini ed integrativi

CAMPAGNA GEOLOGICA I (approvato)	4CFU	GEO/02	2° anno
GEOLOGIA DEL QUATERNARIO*	4CFU	GEO/04	3° anno
INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA DEGLI OCEANI *	4CFU	GEO/04	3° anno
LABORATORIO DI GEORISORSE*	4CFU	GEO/09	3° anno
CAMPAGNA GEOLOGICA II	4CFU	GEO/03	3° anno
GEOPEDOLOGIA	4CFU	AGR/14	3° anno
LABORATORIO DI GEOTECNICA (a)	4CFU	ICAR/07	3° anno
LABORATORIO SIT *	4CFU	GEO/04	3° anno

(a) Il modulo di Laboratorio di Geotecnica è integrato con il corso di Geologia Applicata in un unico esame.

Tra gli insegnamenti affini e integrativi è prevista la possibilità di scelta tra i seguenti insegnamenti contrassegnati nella tabella da un asterisco (*):

- Laboratorio SIT/Geologia del Quaternario/Introduzione alla Geografia degli Oceani/
Laboratorio di Georisorse.

Gli altri insegnamenti sono obbligatori.

Attività formative a scelta dello studente

Lo studente potrà scegliere i 12 CFU relativi alle *attività formative a scelta* (art. 10, comma 5, lettera a) tra tutte le attività formative offerte nei differenti Corsi di Laurea triennale dell'Ateneo.

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 12 CFU.

Lingua straniera

Nel corso del primo anno è prevista la verifica, con giudizio di idoneità, della conoscenza della lingua straniera (3 CFU). Per le finalità del corso si consiglia in particolare la lingua inglese. In conformità con la delibera del Senato Accademico del 3 luglio 2006, gli studenti dei corsi delle Facoltà di Giurisprudenza, Psicologia, Scienze della Formazione, Scienze MM.FF.NN., Scienze Statistiche, Sociologia, Medicina e Chirurgia immatricolati a partire dall'anno accademico 2006-2007, devono acquisire i crediti relativi alla conoscenza della lingua straniera, previsti dal Regolamento Didattico del Corso di Studio, prima di poter sostenere gli esami del secondo e del terzo anno di corso (sito web di riferimento: www.didattica.unimib.it).

La prova di verifica della conoscenza linguistica potrà essere sostituita dalla presentazione di certificazioni internazionali di comprovata validità.

Altre conoscenze utili per il mondo del lavoro

Queste attività comprendono 4 CFU dei quali 1 CFU al I anno e 3 CFU al III anno del corso. Per le attività del I anno sono previste escursioni sul terreno per la durata

complessiva di 3 giorni con frequenza obbligatoria. Per le attività del III anno sono previsti seminari su argomenti tecnico-applicativi comprendenti anche l'analisi della normativa vigente. I seminari saranno tenuti da esperti della materia in collaborazione con enti pubblici e privati (CNR, Ordine dei Geologi, Regione Lombardia, Arpa, ecc.). In alternativa ai seminari tecnico-applicativi è possibile partecipare ad un ciclo di seminari teorico-pratici sull'ambiente marino. Per entrambe le attività seminariali è richiesta una frequenza obbligatoria. L'apprendimento sarà verificato attraverso la preparazione di relazioni individuali o di gruppo, realizzate dagli studenti stessi, su argomenti specifici scelti dai docenti responsabili.

Forme didattiche

Le attività didattiche consistono in lezioni frontali, esercitazioni, laboratori e attività svolte direttamente sul terreno. L'acquisizione delle competenze e della professionalità da parte degli studenti viene valutata 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:

- 8 ore di lezioni frontali in aula + 17 ore di studio personale;
- 12 ore di esercitazioni + 13 ore di studio personale;
- 16 ore di laboratorio + 9 ore di studio personale/riordino dei dati;
- 3 giorni di attività di terreno senza rielaborazione dei dati raccolti;
- 2 giorni di attività di terreno, nel caso in cui sia richiesta una dettagliata relazione sul lavoro svolto (es.: Campagne geologiche I e II).

Modalità di verifica del profitto

Le modalità di verifica del profitto degli studenti prevedono, per le discipline relative alle attività formative di base, caratterizzanti, affini e integrative che danno luogo a un esame, eventuali prove intermedie e una prova finale scritta/orale con votazione in trentesimi. Relazioni scritte potranno essere richieste dai docenti e in questo caso faranno parte integrante delle prove d'esame.

Per alcuni degli insegnamenti, che danno luogo ad un giudizio di idoneità senza votazione (Campagna Geologica I), 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 formalmente non obbligatoria, è fortemente raccomandata. **La partecipazione alle esercitazioni, laboratori, alle attività sul terreno alle Campagne geologiche I e II e alle attività relative alle "altre conoscenze utili per il mondo del lavoro", 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.

Allo studente viene automaticamente attribuito un piano di studio all'atto dell'iscrizione al primo anno, 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 dalla Facoltà. 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 d'Ateneo per gli studenti.

Propedeuticità

Vengono riportate le principali propedeuticità indispensabili per la comprensione del contenuto dei singoli corsi:

per sostenere l'esame di:	bisogna aver superato l'esame/gli esami di:
Paleontologia	Principi di Geologia
Petrografia	Principi di Geologia e Mineralogia
Geofisica	Fisica
Geochemica	Chimica generale e inorganica
Sedimentologia	Principi di Geologia e Rilevamento Geologico

per frequentare la:	bisogna aver frequentato il corso di:
Campagna geologica I	Rilevamento Geologico e Petrografia
Campagna geologica II	Campagna geologica I

Si raccomanda vivamente di sostenere l'esame di Fisica dopo aver sostenuto l'esame di Matematica e l'esame di Mineralogia dopo aver sostenuto l'esame di Chimica generale e inorganica.

N.B.: per poter sostenere gli esami del II e III anno di corso, gli studenti devono aver superato la prova di Conoscenza della lingua straniera. Per sostenere gli esami del III anno bisogna aver superato tutti gli esami del I anno. Gli studenti che non hanno superato la prova di valutazione iniziale dovranno superare l'esame di Matematica prima di sostenere gli esami del II anno.

Attività di orientamento e tutorato

Sono previste attività di tutorato organizzate dai docenti responsabili dei singoli corsi su richiesta degli studenti interessati. Sono previste anche attività di tutoraggio svolte da studenti delle Lauree di 2° livello e di Dottorato.

Il Consiglio di Coordinamento Didattico del Corso istituirà 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. I corsi di Matematica e Fisica del I anno hanno durata annuale.

Al termine di ogni semestre e nei periodi di interruzione della didattica sono previsti gli appelli d'esame (**non meno di 5 per ogni A.A.**). Eventuali appelli straordinari possono essere chiesti da studenti fuori corso con motivate ragioni.

Le informazioni relative al calendario degli esami e agli orari delle lezioni saranno disponibili al sito www.geo.unimib.it.

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
MATEMATICA	12	Base	Discipline matematiche	MAT/05	MATEMATICA	12	1
FISICA	12	Base	Discipline fisiche	FIS/01	FISICA	12	1
CHIMICA GENERALE E INORGANICA	8	Base	Discipline chimiche	CHIM/03	CHIMICA GENERALE E INORGANICA	8	1
MINERALOGIA	8	Caratterizzanti	Ambito mineralogico-petrografico-geochimico	GEO/06	MINERALOGIA	8	1
PRINCIPI DI GEOLOGIA	8	Base	Discipline geologiche	GEO/03	INTRODUZIONE ALLA GEOLOGIA	4	1
				GEO/07	INTRODUZIONE ALLA PETROGRAFIA	4	1
PALEONTOLOGIA	8	Base	Discipline geologiche	GEO/01	PALEONTOLOGIA	8	2
INFORMATICA PER LE SCIENZE DELLA TERRA	4	Base	Discipline informatiche	INF/01	INFORMATICA PER LE SCIENZE DELLA TERRA	4	2
RILEVAMENTO GEOLOGICO	8	Base	Discipline geologiche	GEO/02	RILEVAMENTO GEOLOGICO	8	2
SEDIMENTOLOGIA	8	Caratterizzanti	Ambito geologico-paleontologico	GEO/02	SEDIMENTOLOGIA	8	3
GEOLOGIA STRUTTURALE	8	Caratterizzanti	Ambito geologico-paleontologico	GEO/03	GEOLOGIA STRUTTURALE	4	2
				GEO/03	CARTOGRAFIA GEOLOGICA	4	2
CAMPAGNA GEOLOGICA I	4	Affini ed integrative		GEO/02	CAMPAGNA GEOLOGICA I	4	2
CAMPAGNA GEOLOGICA II	4	Affini ed integrative		GEO/03	CAMPAGNA GEOLOGICA II	4	3
GEOGRAFIA FISICA	8	Caratterizzanti	Ambito geomorfologico-geologico applicativo	GEO/04	GEOGRAFIA FISICA	6	1
				GEO/04	INTRODUZIONE ALLA CARTOGRAFIA GEOLOGICA	2	1
GEOLOGIA APPLICATA	12	Caratterizzanti	Ambito geomorfologico-geologico applicativo	GEO/05	GEOLOGIA APPLICATA	8	3
				Affini ed integrative		ICAR/07	LABORATORIO DI GEOTECNICA
PETROGRAFIA	12	Caratterizzanti	Ambito mineralogico-petrografico-geochimico	GEO/07	PETROGRAFIA GENERALE	8	2
				GEO/07	LABORATORIO DI PETROGRAFIA	4	2
GEORISORSE	4	Caratterizzanti	Ambito mineralogico-petrografico-geochimico	GEO/09	GEORISORSE	4	3
GEOFISICA	8	Caratterizzanti	Ambito geofisico	GEO/10	GEOFISICA	8	2
GEOCHIMICA	8	Caratterizzanti	Ambito mineralogico-petrografico-geochimico	GEO/08	GEOCHIMICA	8	2
GEOPEDOLOGIA	4	Affini ed integrative		AGR/14	GEOPEDOLOGIA	4	3

4 CFU a scelta fra le seguenti attività formative affini ed integrative:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOLOGIA DEL QUATERNARIO	4	Affini ed integrative		GEO/04	GEOLOGIA DEL QUATERNARIO	4	3
LABORATORIO SIT	4	Affini ed integrative		GEO/04	LABORATORIO SIT	4	3
INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA DEGLI OCEANI	4	Affini ed integrative		GEO/04	INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA DEGLI OCEANI	4	3
LABORATORIO DI GEORISORSE	4	Affini ed integrative		GEO/09	LABORATORIO DI GEORISORSE	4	3

	CFU	Anno di corso
A scelta autonoma dello studente (art.10, comma 5, lettera a)	12	3
Per la prova finale (art.10, comma 5, lettera c)	9	3
Per la lingua straniera	3	1
Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)	Escursioni sul terreno	1
	Seminari su argomenti geologici e applicativi	3

Prova finale

Per essere ammesso alla prova finale, lo studente deve aver conseguito i crediti relativi alle attività previste dal presente regolamento che, sommati a quelli da acquisire nella prova finale, gli consentano di ottenere 180 CFU. Le attività relative alla preparazione della prova finale comporteranno l'acquisizione di 9 CFU.

La prova finale ha l'obiettivo di verificare il lavoro effettuato e le capacità di comunicare del candidato e consiste nella presentazione e discussione in seduta pubblica, davanti ad una commissione di docenti, di una relazione scritta individuale elaborata dallo studente. Le attività per la prova finale saranno realizzate dallo studente sotto la supervisione di uno o più docenti appartenenti al Corso di Laurea, ai quali si potrà affiancare un correlatore esterno.

Le attività per la prova finale prevedono le due seguenti possibilità, tra loro in alternativa:

a) stage presso società o studi di progettazione o consulenza, aziende, industrie, enti pubblici (Regioni, Province, Uffici Tecnici comunali, ASL, musei, parchi, oasi naturalistiche, ecc.) in regime di convenzione sotto la guida di un supervisore esterno che parteciperà alla verifica finale;

b) attività autonoma di rilevamento geologico, di monitoraggio di dati geologico-ambientali, di raccolta dati in laboratorio sotto la guida di uno o più relatori della Facoltà.

L'attività scelta dallo studente per la prova finale è subordinata all'approvazione di una domanda presentata dallo studente stesso entro il 31 marzo del III anno di studio. La domanda dovrà contenere il piano di studi e una breve descrizione delle attività in oggetto, controfirmate dallo studente stesso e da uno o più relatori interni. Nel caso di attività esterne all'Ateneo, dovrà essere allegata una lettera di accettazione da parte dell'ente esterno.

L'elaborato per la prova finale può essere scritto in un'altra lingua dell'unione europea, con particolare riferimento alla lingua inglese. Dovrà comunque essere preparato un riassunto esteso dell'elaborato in lingua inglese (minimo 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.

Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento

Trasferimento da altro Ateneo

In caso di trasferimento da altro Ateneo, lo studente può chiedere il riconoscimento di Crediti Formativi Universitari acquisiti nel precedente Corso di Studio. Il riconoscimento viene effettuato da una apposita commissione, nominata dal Consiglio di Coordinamento Didattico, sulla base della conformità fra i contenuti del corso di provenienza e quelli del corso a cui si vuol accedere. E' ammesso il riconoscimento parziale di un insegnamento.

Riconoscimento CFU da attività professionali

Il numero massimo di Crediti Formativi Universitari riconoscibili per attività professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente (DM 16/3/2007 Art.4) è fissato in 40.

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

I docenti che svolgono attività formative afferiscono per lo più al Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie, presso il quale vengono sviluppate attività di ricerca soprattutto nei seguenti campi:

- Paleontologia: paleontologia e paleoecologia, geologia marina;
- Geologia stratigrafica: petrografia del sedimentario, sedimentologia, geologia regionale;
- Geologia strutturale: analisi della deformazione fragile, cartografia geologico strutturale, ricostruzioni 3D, geologia del vulcanico, neotettonica;
- Geologia applicata: geotecnica, geomeccanica, geomorfologia quantitativa, idrogeologia, telerilevamento e fotointerpretazione, valutazione della pericolosità e del rischio;
- Mineralogia: mineralogia generale e applicata, gemmologia;
- Petrografia: geologia del cristallino, petrologia del magmatico e del metamorfico;
- Geochimica: geochimica isotopica, geochimica ambientale, geocronologia, archeometria,
- Georisorse minerarie: valutazione delle materie prime, materiali lapidei.

Docenti del corso di studio e Settore Scientifico-Disciplinare di riferimento

SSD	Docente	Insegnamento
MAT/05	Marina Di Natale	Matematica
FIS/01	Mirella Enriotti	Fisica
FIS/01	Simonetta Pensotti	Fisica
CHIM/03	Roberto Scotti	Chimica generale e inorganica
INF/01	Pietro Braione	Informatica per le Scienze della Terra
GEO/01	Cesare Corselli	Paleontologia Introduzione alla geografia degli oceani
GEO/01	Daniela Basso	Paleontologia
GEO/02	Eduardo Garzanti	Sedimentologia Campagna Geologica I
GEO/02	Giovanni Vezzoli	Sedimentologia Campagna Geologica I
GEO/02	Marco Malusà	Rilevamento Geologico Campagna Geologica I
GEO/03	Andrea Zanchi	Principi di Geologia Campagna Geologica II
GEO/03	Alessandro Tibaldi	Geologia strutturale Campagna Geologica II
GEO/03	Andrea Bistacchi	Geologia strutturale Campagna Geologica II
GEO/04	Francesco Brardinoni	Geografia Fisica
GEO/04	Valter Maggi	Geologia del Quaternario
GEO/05	Giovanni Battista Crosta	Geologia applicata
GEO/05	Paolo Frattini	Laboratorio SIT
GEO/06	Anna Brajkovic	Mineralogia
GEO/07	Annalisa Tunesi	Principi di Geologia
GEO/08	Igor Villa	Geochimica
GEO/09	GianCarlo Capitani	Petrografia
GEO/09	Alessandro Cavallo	Laboratorio di Petrografia, Georisorse, Laboratorio di Georisorse
GEO/09	Franco Rodeghiero	Georisorse Laboratorio di Georisorse Introduzione alla cartografia geologica

Sede del Corso: Edificio U4, Piazza della Scienza 4, 20126 Milano presso il Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Coordinatore del Corso: Prof. Andrea Zanchi (andrea.zanchi@unimib.it; 02-64482028);

Altri docenti di riferimento: Dott. Annalisa Tunesi (annalisa.tunesi@unimib.it; 02-64482039);

Segreteria didattica: Sig.ra Angela Sanna - Tel.02-64482022; Fax 02-64482073;

Indirizzo e-mail: geo.didattica@unimib.it

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

Indirizzo internet del corso di laurea: www.geo.unimib.it

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.

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Matematica (12 cfu)

(Calculus)

Prof. MARINA DI NATALE marina.dinatale@unimib.it

Dipartimento di Matematica e Applicazioni

Via Cozzi, 53 - Ed. U5

Insiemi numerici. I numeri razionali e i numeri reali. Massimo, minimo, estremo superiore, estremo inferiore. La retta reale.

Funzioni reali di una variabile reale. Dominio, immagine, grafico, simmetrie. Funzione composta, funzione inversa. Monotonia, convessità, periodicità. Funzioni elementari, caratteristiche e grafici. Funzioni potenza, esponenziale, logaritmo. Funzioni trigonometriche seno, coseno, tangente e principali formule. Limiti di funzioni. Funzioni continue. Funzioni derivabili. Derivata e significato geometrico. Differenziabilità. Regole di derivazione. I teoremi del calcolo differenziale. Massimi e minimi di una funzione. Derivate di ordine superiore. Formula di Taylor e sue applicazioni. Grafici di funzioni.

Integrali. Integrale di Riemann. Definizione e significato geometrico. Funzioni integrabili. Proprietà dell'integrale definito. Teorema della media. Funzioni primitive e integrale indefinito. Il teorema fondamentale del calcolo integrale. Metodi di integrazione: per scomposizione, per parti, per sostituzione. Integrali impropri. L'integrale gaussiano.

Equazioni differenziali ordinarie. Equazioni del primo ordine: equazioni a variabili separabili e lineari. Equazioni del secondo ordine: equazioni lineari a coefficienti costanti. Problema di Cauchy.

Successioni e serie. Limiti di successioni. Serie numeriche. Principali criteri di convergenza e serie fondamentali. Serie di potenze reali. Sviluppi in serie di Taylor.

Algebra lineare. Vettori del piano e dello spazio, operazioni tra vettori. Vettori di \mathbf{R}^n . Matrici. Algebra delle matrici. Determinante e rango di una matrice. Matrice inversa. Trasformazioni lineari. Sistemi lineari. Teoremi di Cramer e di Rouché-Capelli.

Funzioni di più variabili. Funzioni scalari di più variabili. Continuità. Derivate parziali e direzionali. Differenziabilità e approssimazione lineare. Vettore gradiente e direzione di massima variazione. Derivate di ordine superiore. Massimi e minimi liberi. Funzioni vettoriali di più variabili (cenni).

Curve. Curve in \mathbf{R}^n . Lunghezza di una curva. Integrali di linea di 1a specie.

Integrali multipli. Integrali doppi su rettangoli e su domini normali rispetto ad un asse, formule di riduzione. Cambiamento di variabili. Integrazione in coordinate polari.

Testo consigliato:

M. Bertsch – R. Dal Passo - Giacomelli, *Analisi Matematica*, McGraw – Hill (2007)

Modalità dell'esame: scritto e orale

Fisica (12 cfu)

(Physics)

Prof. MIRELLA ENRIOTTI mirella.enriotti@unimib.it

Dipartimento di Fisica "G. Occhialini"

Piazza della Scienza, 2

Elementi di meccanica newtoniana:

Cinematica del punto: spostamento, velocità, accelerazione.

I moti rettilinei più importanti; il moto di caduta libera; il moto circolare uniforme e vario.

Dinamica del punto materiale: i tre principi di Newton. Forze di attrito e forza di resistenza di un fluido. La legge di gravitazione universale. Impulso, lavoro ed energia. Campi di forza conservativi e conservazione dell'energia meccanica.

Dinamica dei sistemi: forze interne ed esterne. Il moto del centro di massa. Principio di conservazione della quantità di moto. Cinematica del moto rotatorio. Momento di inerzia rispetto ad un asse. Momento angolare e principio di conservazione del momento angolare. Corpo rigido in rotazione attorno ad un asse fisso. Teoremi dell'energia per un sistema materiale.

Oscillazioni: moto armonico semplice, l'oscillatore libero smorzato, oscillazioni forzate e risonanza. Il fattore di qualità.

Onde meccaniche: Classificazione delle onde. Equazione d'onda. Descrizione matematica delle onde viaggianti. Energia trasportata da un'onda. Principio di sovrapposizione. Onde stazionarie.

Elementi di elettromagnetismo:

La legge di Coulomb. Il campo elettrico. Conduttori ed isolanti. Il potenziale elettrostatico.

La legge di Gauss e applicazioni. Il dipolo elettrico. La polarizzazione di un dielettrico.

La capacità di un conduttore. Condensatori. Energia di un condensatore carico. Densità di energia del campo elettrico. La corrente elettrica nei conduttori metallici. La legge di Ohm. L'effetto Joule. Il circuito RC.

Magnetostatica nel vuoto. La forza di Lorentz e la definizione del campo di induzione magnetica. La legge di Gauss e la legge di circuitazione di Ampere. Dipoli magnetici e cenni sulle proprietà dei materiali magnetici.

La legge dell'induzione elettromagnetica e la corrente di spostamento.

Il circuito RL e la densità di energia del campo magnetico. Oscillazioni del circuito LC, oscillazioni smorzate e forzate del circuito RLC in serie.

Equazioni di Maxwell e onde elettromagnetiche.

Testi consigliati: verranno indicati all'inizio del corso.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Chimica generale e inorganica (8 cfu)

(General and Inorganic Chemistry)

Prof. ROBERTO SCOTTI roberto.scotti@unimib.it

Dipartimento di Scienza dei Materiali

Via Cozzi, 53 – 20125 Milano

La materia - Miscele, elementi, composti. Atomi, ioni e molecole. Gli elementi chimici. Gli isotopi.

Gli atomi e la teoria atomica - Massa atomica. Introduzione alla tavola periodica. Il concetto di mole e la costante di Avogadro.

I composti chimici – Tipi di composti chimici e loro formula. Formula minima, bruta e molecolare. Le relazioni di massa nelle formule chimiche.

Nozioni elementari di nomenclatura - Classificazione degli elementi e dei composti. Nomenclatura e formule dei composti binari e ternari.

Le reazioni chimiche – Equazioni chimiche e loro bilanciamento. Le relazioni di massa nelle reazioni. Resa e reagente limitante. Reazioni chimiche in soluzione. Modi di esprimere la concentrazione delle soluzioni. Reazioni di precipitazione. Reazioni acido-base. Reazioni di ossidoriduzione. Agenti ossidanti e riducenti. Il numero di ossidazione. Bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione. Stechiometria delle reazioni in soluzione. Titolazioni.

La struttura elettronica dell'atomo - Numeri quantici e orbitali atomici. Configurazioni elettroniche. Proprietà atomiche ad andamento periodico: dimensioni atomiche, energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività. La tavola periodica degli elementi.

Il legame chimico - Legame ionico e covalente. Strutture di Lewis: regola dell'ottetto e sue eccezioni. Geometria molecolare (metodo VSEPR). Polarità delle molecole. Teoria del legame di valenza: orbitali ibridi da orbitali s e p. Teoria dell'orbitale molecolare.

I gas - Equazione di stato dei gas perfetti. Miscela ideale di gas: pressioni parziali e frazioni molari. La teoria cinetica dei gas. I gas reali.

Termodinamica chimica. Funzioni di stato. Sistema aperto, chiuso e isolato. Il lavoro e il calore. Bilancio energetico di processi chimici. 1° principio della termodinamica. Entalpia. Spontaneità dei processi chimici. 2° principio della termodinamica. Entropia ed energia libera.

Liquidi, Solidi, Forze Intermolecolari - Proprietà dei liquidi e dei solidi. Equilibrio liquido-vapore. Diagrammi delle fasi. Forze di van der Waals. Legame idrogeno. Solidi molecolari, covalenti, ionici e metallici. Strutture cristalline.

Le soluzioni – Il processo di soluzione. Solubilità dei gas. Tensione di vapore. Pressione osmotica. Abbassamento crioscopico ed innalzamento ebullioscopico. Soluzioni di elettroliti.

Cinetica chimica – Velocità di una reazione chimica. Effetto della concentrazione sulla velocità di reazione. Velocità istantanea di reazione e legge cinetica. Ordine di reazione. Velocità di reazione e temperatura. Catalisi. Meccanismi di reazione.

Equilibrio chimico - Definizione di equilibrio dinamico. La costante di equilibrio. Equilibri omogenei ed eterogenei. Effetto della variazione delle condizioni esterne sull'equilibrio. Principio di Le Chatelier.

Acidi e basi - Definizioni di Arrhenius e di Brønsted-Lowry. Il prodotto ionico dell'acqua. Definizione di pH. Equilibri nelle soluzioni acido-base. Forza degli acidi e delle basi. Costanti di dissociazione. Acidi poliprotici. Calcolo del pH di soluzioni di acido/base forte e debole. Relazione tra K_a e K_b . Soluzioni tampone. Titolazioni acido-base. Indicatori.

Equilibri di solubilità - Formazione del precipitato. Solubilità. Prodotto di solubilità di sali poco solubili. Effetto dello ione comune. Solubilità e pH. Reazioni di precipitazione.

Ioni complessi - Acidi e basi di Lewis. Reazioni di formazione dei complessi. Geometria degli ioni complessi. Esempi di leganti mono e polidentati. Struttura elettronica. Costanti di formazione degli ioni complessi.

Elettrochimica – Celle voltaiche. Potenziali standard. Effetto della concentrazione sul potenziale. Elettrolisi.

Chimica dell'idrogeno e degli elementi del blocco s – Metalli alcalini e alcalino terrosi.

Chimica degli elementi del blocco p – Gruppo 13 (B, Al). Gruppo 14 (C, Si). Gruppo 15 (N, P). Gruppo 16 (O, S). Gli alogeni.

Chimica degli elementi di transizione – Proprietà periodiche e reattività degli elementi

metallici del blocco d ed f.

Testi consigliati:

W.L.Masterton, C.N.Hurley, "Chimica. Principi e reazioni", Ed. Piccin

M.S.Silberberg, "Chimica", Ed. Mc.Graw Hill

P. Michelin Lausarot, G.Vaglio, "Stechiometria per la Chimica Generale", Ed. Piccin

Modalità d'esame: scritto e orale

Principi di Geologia (8 cfu)

(Principles of Geology)

Prof. ANNALISA TUNESI annalisa.tunesi@unimib.it

Prof. ANDREA ZANCHI andrea.zanchi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso è articolato in due moduli:

Introduzione alla Petrografia (Introduction to Petrography)

Prof. Annalisa Tunesi (4cfu)

Scopo del primo modulo è di fornire una visione generale e moderna dei principali processi di tipo endogeno ed esogeno che regolano l'evoluzione del nostro pianeta, con particolare riferimento ai processi responsabili della formazione delle rocce. Queste nozioni sono fornite allo scopo di mettere in grado gli studenti di riconoscere e classificare i principali tipi di minerali e rocce.

Introduzione alla Geologia (Introduction to Geology)

Prof. Andrea Zanchi (4cfu)

Il secondo modulo è finalizzato ad approfondire alcuni aspetti a carattere geologico e strutturale che consentano agli studenti di comprendere i processi che regolano la deformazione delle rocce, la formazione e il significato delle principali strutture tettoniche e il ruolo della teoria della Tettonica delle Placche nell'evoluzione della litosfera terrestre. Il corso termina con una parte relativa ai principi generali della stratigrafia e della cronologia geologica. Nelle esercitazioni verrà trattata la costruzione di sezioni geologiche semplici.

Contenuti generali:

Composizione e origine del sistema solare e della Terra e sua evoluzione. Principi della tettonica delle placche. Introduzione alla mineralogia. Rocce magmatiche, classificazione e genesi. Rocce sedimentarie: classificazione e processi sedimentari. Introduzione alle rocce metamorfiche: principali concetti relativi alla classificazione e al riconoscimento delle tessiture. Riconoscimento pratico macroscopico e classificazione dei principali tipi di rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche e delle relative tessiture. Deformazione fragile e deformazione duttile e principali strutture. Terremoti ed onde sismiche. Struttura composizionale e reologica della Terra. Tettonica delle placche. Paleomagnetismo e struttura dei fondali oceanici. Evoluzione e struttura dei continenti. Le catene collisionali (Alpi e Himalaya). Cronologia relativa ed assoluta. Cenni di stratigrafia. Il corso comprende alcune escursioni sul terreno volte ad illustrare i principi generali presentati durante lezioni e esercitazioni.

Testi consigliati:

F. Press, R. Siever, Capire la Terra, Zanichelli, 2007

P. Casati, Scienze della Terra, Volume 1, Elementi di Geologia Generale, Ed. Città Studi, Milano, 1996

Appunti delle lezioni

Testi di consultazione per parti specifiche del programma:

A. Bosellini, E. Mutti, F. Ricci Lucchi, Rocce e Successioni Sedimentarie, Ed. UTET, 1989

D.S. Barker, Igneous Rocks, Prentice-Hall, 1983

B.W. Yardley, An Introduction to Metamorphic Petrology, Longman Earth Science Series, 1989

P. Kearey, F.J. Vine, Tettonica Globale, Zanichelli

Modalità dell'esame: scritto e orale

Geografia fisica (8 cfu)

(Physical Geography)

Prof. FRANCESCO BRARDINONI francesco.brardinoni@unimib.it

Prof. FRANCO RODEGHIERO franco.rodeghiero@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso comprende una parte teorica di **Geografia fisica (6 cfu)** e una parte pratica denominata **Introduzione alla cartografia geologica (2cfu)**

Geografia fisica (Physical Geography)

Prof. Francesco Brardinoni (6 cfu)

Generalità. Scopi e metodi. Branche fondamentali della Geografia Fisica.

La Terra. Distribuzione delle terre e dei mari. Distribuzione geografica delle forme fondamentali delle terre emerse. Modellamento dei continenti: Litologia, struttura e clima. I processi geomorfologici di modellamento della superficie terrestre. Erosione, trasporto e deposito. Ruolo della forza di gravità. Elementi di evoluzione del paesaggio

Climatologia. Definizione di tempo meteorologico e di clima. Scale climatiche. Fattori cosmici e fattori topografici del clima: Distribuzione della radiazione solare sulla superficie terrestre. Distanza dal mare. Rilievo ed esposizione dei versanti. Struttura dell'atmosfera. Elementi di climatologia dinamica. Tipi di precipitazioni. Regimi pluviometrici e intensità delle precipitazioni. Gradiente pluviometrico verticale. Le variazioni climatiche recenti e attuali. Possibili cause delle variazioni climatiche: attività del Sole, teoria di Milankovitch, composizione dell'atmosfera, eruzioni vulcaniche, correnti oceaniche. Classificazioni climatiche: Köppen, Thornthwaite e la distribuzione geografica dei climi. Ambienti morfoclimatici.

Idrologia. Ciclo dell'acqua. L'acqua nel suolo. Evapotraspirazione potenziale. Deficit, surplus e deflusso. Bacini idrografici e freatici. Gerarchizzazione del reticolo idrografico. Bilancio idrologico dei bacini idrografici: afflusso, deflusso e coefficiente di deflusso. Tipi di regime fluviale. Energia delle correnti fluviali; erosione, trasporto, sedimentazione. Trasporto solido delle correnti fluviali e deflusso torbido dei corsi d'acqua. Trasporto e sedimentazione.

Glaciologia. Le precipitazioni nevose e la loro misura. Limite delle nevi permanenti. Bacino di alimentazione e bacino di ablazione. Bilancio di massa dei ghiacciai: linea di equilibrio.

Classificazione e distribuzione geografica dei ghiacciai. Fasi di crescita e di ritiro dei ghiacciai in relazione alle fluttuazioni climatiche.

Oceanografia. Geografia degli oceani e dei continenti. Temperatura, salinità e densità dell'acqua di mare. Le correnti marine e il trasporto del calore. Il vento come generatore delle onde.

Testi consigliati:

Casati P. & Pace F., 1995. *Scienze della terra. Vol.II.* Città Studi Ed. Milano.

Easterbrook D.J, 1999 *Surface processes and landforms.* Prentice-Hall, NJ.

Garzanti E., 1996. *Scienze della terra.* Vallardi.

Lupia Palmieri E. & Parrotto M., 2000. *Il globo terrestre e la sua evoluzione.* Zanichelli, Bologna.

Marchetti M., 2004. *I segreti della terra. Corso di geografia fisica e geomorfologia.* Pitagora Editrice, Bologna.

Strahler, AN, 1984. *Geografia fisica.* Piccin Nuova Libreria, Padova

Introduzione alla cartografia geologica (Introduction to Geological Mapping)

Prof. Franco Rodeghiero (2cfu)

Finalità. Il corso si propone di fornire le conoscenze di base riguardanti le carte topografiche e le carte geologiche.

Programma.

Elementi di cartografia. La Terra e la sua rappresentazione. Ellissoide terrestre e geoide. Cenni sulle proiezioni cartografiche. Sistema U.T.M.. Sistemi di riferimento e tipi di coordinate. Scala di una carta. La Cartografia ufficiale italiana (IGMI). La Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:10.000. Metodi di orientamento. Simbolismo cartografico. Le isoipse e l'equidistanza. Carte tematiche.

Costruzione di profili topografici e delimitazione di bacini idrografici.

I Fogli della Cartografia Geologica Italiana. Struttura ed elementi della legenda. Le sezioni geologiche. Cenni su altri tipi di carte geologiche a varie scale.

Giaciture di superfici e strutture lineari geologiche. Esercizi grafici di tracciamento di limiti geologici su una base topografica. Esecuzione di sezioni geologiche semplici.

Le esercitazioni di laboratorio saranno rivolte soprattutto alla lettura di carte topografiche, con alcune applicazioni grafiche, all'osservazione di carte geologiche a varie scale e alla risoluzione grafica di semplici esercizi di stratimetria.

Sono previste, come parte integrante e non secondaria del corso, esercitazioni fuori sede sul campo, rivolte sia a sviluppare la capacità di orientamento sul terreno tramite l'uso delle carte topografiche, sia a favorire la familiarità diretta sul terreno con i corpi rocciosi, le principali litologie, la Stratigrafia e i più semplici elementi strutturali come pieghe, fratture e faglie. Rilevamento di giaciture geologiche mediante l'impiego della bussola da geologo.

Propedeuticità: sono richieste conoscenze di Geologia di base.

Testi consigliati.

Casati P., 1995. *Scienze della Terra, vol. I: Elementi di Geologia generale.* Città Studi Ed., Milano.

Press F. & Siever R., 1997. *Capire la Terra.* Zanichelli

Mattauer M., 2001. *Messaggi di pietra; un viaggio attraverso le rocce.* Zanichelli Ed., Bologna.

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

Modalità d'esame: prova scritta con domande sugli argomenti teorici e risoluzione grafica di semplici problemi di cartografia topografica e di stratimetria.

Mineralogia (8 cfu)

(Mineralogy)

Prof. ANNA BRAJKOVIC anna.brajkovic@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Stato Solido. Sostanze cristalline e amorfe. La forma esterna e la struttura interna dei cristalli.

Cristallografia del continuo. Leggi fondamentali. Elementi di simmetria. Simboli di facce, spigoli e forme. Classi e sistemi cristallini. Studio morfologico dei cristalli. Associazioni di cristalli.

Cristallografia del discontinuo. Reticoli di Bravais (i 7 sistemi cristallini e i 14 reticoli di traslazione). La simmetria nelle strutture. Elicogire, slittopiani, gruppi spaziali.

Diffrattometria a raggi X e altre tecniche strumentali. Diffrazione dei Raggi X secondo Laue e Bragg. Reticolo reciproco. Tecniche sperimentali a raggi X su cristallo singolo e su polveri.

Ottica cristallografica. Propagazione della luce nei cristalli. Indicatrici ottiche. Dispositivi polarizzanti. Microscopio da Mineralogia. Osservazioni in luce parallela e in luce convergente. Determinazione del segno ottico. Polarizzazione rotatoria. Determinazione degli indici di rifrazione.

Rapporto tra struttura cristallina e proprietà ottiche.

Proprietà fisiche e chimiche dei minerali. Densità e peso specifico. Metodi di separazione dei minerali. Frattura, sfaldatura, durezza, fusibilità. Lucentezza, colore, luminescenza. Conducibilità termica ed elettrica, piro- e piezoelettricità. Composizione chimica e cenni sulle principali metodologie di analisi chimica dei minerali a partire da un campione di roccia (frantumazione e setacciatura, metodi magnetici e gravitativi). Descrizione di alcune strumentazioni per analisi chimiche: microsonda elettronica (EMPA), spettrometria di fluorescenza X (XRF), spettroscopia assorbimento atomico (FAA); spettroscopia IR, UV-Vis e Raman.

Cristallochimica. Legami chimici. Raggi atomici e ionici. Poliedri e numeri di coordinazione. Regole di Pauling. Polimorfismo. Sistemi polimorfi, enantiotropi e monotropi. Influenza della temperatura, pressione e dell'ambiente chimico. Paramorfosi. Tipi di polimorfismi naturali. Isomorfismo. Isotopia. Soluzioni solide. Elementi isomorfogeni. Smistamenti. Famiglie isomorfe di minerali.

Laboratorio (2 cfu)

Cristallografia morfologica. Studio morfologico dei cristalli.

Cristallografia strutturale. Tipi di struttura di minerali.

Mineralogia descrittiva. Presentazione e descrizione delle specie più importanti con riferimento alla loro origine, giacitura, importanza scientifica ed industriale. Classificazione cristallografica dei minerali: Elementi nativi – Solfuri – Aloidici – Ossidi e Idrossidi – Carbonati, Nitrati, Borati – Solfati, Cromati, Molibdati, Wolframati – Fosfati, Arseniati, Vanadati – Silicati.

Ottica cristallografica. Studio di alcuni importanti minerali (quarzo, feldspati, anfiboli, pirosseni, miche) in sezione sottile al microscopio.

Testi consigliati:

Cornelis Klein (2004) – *Mineralogia* (prima edizione italiana) – Zanichelli

Mazzi & Bernardini (2000) – *Fondamenti di cristallografia e ottica cristallografica*, USES, Firenze.

Cipriani & Garavelli – *Cristallografia chimica e mineralogia speciale*, USES, Firenze.

Gottardi (1996) – *I Minerali* - Ed. Boringhieri, Torino.

Modalità d'esame:

- compito scritto su cristallografia morfologica, riconoscimento dei minerali principali in sezione sottile, lettura di diffrattogrammi e di spettri IR, UV-Vis e Raman di alcuni minerali.
- orale su tutto il programma con qualche riferimento alla parte scritta.

Escursioni sul terreno (1 cfu)

(a cura dei docenti del corso di laurea di 1° livello)

Alla fine del 1° anno di corso verranno effettuate alcune escursioni sul terreno aventi lo scopo di introdurre gli studenti agli aspetti più generali delle Scienze Geologiche. Le escursioni avranno una durata complessiva di tre giorni con frequenza obbligatoria. E' richiesta una relazione finale.

2° ANNO

Paleontologia (8 cfu)

(Paleontology)

Prof. CESARE CORSELLI cesare.corselli@unimib.it

Prof. DANIELA BASSO daniela.basso@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Lezioni frontali (6cfu)

Concetto di fossile, corpi fossili, tracce fossili. Informazioni ottenibili dai fossili

Concetto di specie: variabilità della specie. Nomenclatura della specie; tipi della specie.

Biostratinomia e diagenesi. Processi di fossilizzazione: sostanze che costituiscono gli organismi viventi, sostanze che entrano in gioco durante la fossilizzazione, condizioni che determinano i processi. Tipi di fossili risultanti dai processi.

Principi di paleoecologia. I fattori ecologici.

Biogeografia e Paleobiogeografia: fondamenti, processi e finalità. Areali e distribuzioni.

Endemismi. Regioni biogeografiche. Approcci concettuali alla biogeografia. Il centro di origine. La dispersione e la diffusione. Tipi di dispersione.

Stratigrafia e biostratigrafia: concetti e finalità. Le unità biostratigrafiche. Operatività in biostratigrafia ed esempi di zonazione. Correlazioni biostratigrafiche.

Rassegna dei principali gruppi sistematici di invertebrati marini includente a) elementi per il riconoscimento, b) storia evolutiva e significato stratigrafico, c) significato ambientale.

Verranno trattati in maniera più o meno diffusa i seguenti tipi sistematici: Protisti, Poriferi, Celenterati, Briozoi, Brachiopodi, Molluschi, Echinodermi, Artropodi e Emicordati.

L'evoluzione biologica: contributo della paleontologia.

Laboratorio (1 cfu).

Consiste in esercitazioni pratiche, basate sull'esame del materiale fossile presente nella collezione didattica, finalizzate al riconoscimento dei caratteri diagnostici dei differenti gruppi di fossili considerati.

Attività di campo (1 cfu).

E' prevista almeno una escursione giornaliera finalizzata all'illustrazione e studio di località fossilifere didatticamente significative. Lo studente è tenuto a produrre una relazione personale su tale attività.

Testi consigliati:

Allasinaz A., 1999, *Invertebrati fossili*. UTET, Torino.

Raffi S. & Serpagli E., 1993, *Introduzione alla Paleontologia*, UTET, Torino.

Materiale illustrativo verrà messo a disposizione dai docenti del corso.

Petrografia (12 cfu)

(Petrography)

Prof. GIANCARLO CAPITANI giancarlo.capitani@unimib.it

Prof. ALESSANDRO CAVALLO alessandro.cavallo@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Introduzione. Il corso è articolato in due moduli e comprende 64 ore di lezione frontale (**Petrografia generale**) e 64 ore di laboratorio (**Laboratorio di Petrografia**). Le lezioni danno le nozioni fondamentali sulla genesi ed evoluzione delle rocce magmatiche e metamorfiche. Le ore di laboratorio sono volte all'acquisizione di tecniche di riconoscimento macroscopico delle rocce magmatiche e metamorfiche. Contemporaneamente verranno svolte delle esercitazioni al microscopico per apprendere il riconoscimento e la caratterizzazione delle principali rocce magmatiche e metamorfiche. Particolare enfasi verrà posta all'interpretazione delle tessiture che consentirà di descrivere l'evoluzione delle rocce.

Argomenti trattati:

Magmatismo. Il magma: caratteri chimici e fisici. Ruolo dei fluidi. Saturazione in acqua. Diagrammi di fase: sistemi a due componenti a miscibilità totale, con eutettico (es. Di-An) e con composto intermedio (es. Ol-Si); regola della leva. La cristallizzazione magmatica: cristallizzazione di equilibrio e cristallizzazione frazionata. Serie di Bowen. I processi di fusione: fusione di equilibrio e fusione frazionata. Fusione parziale del mantello superiore; genesi dei basalti e loro classificazione. Fusione parziale della crosta continentale; genesi dei graniti. Il sistema petrogenetico residuale. La cristallizzazione magmatica nel sistema feldspatico ternario. L'evoluzione dei magmi: la differenziazione magmatica, l'assimilazione, il mescolamento di magmi. Le serie magmatiche in relazione all'ambiente geodinamico. La serie tholeiitica; la serie calcalkalina: genesi del magma andesitico; le serie alcaline; la serie ultrapotassica. Le associazioni orogeniche. Tipologia dei graniti.

Metamorfismo. Fattori del metamorfismo. Pressione, Temperatura, ruolo dei fluidi. Meccanismi del metamorfismo: attivazione, migrazione, nucleazione e crescita. Le reazioni metamorfiche. Il grado metamorfico e le facies metamorfiche. Cenni di rappresentazione delle rocce metamorfiche: i diagrammi chemografici. Zoneografia metamorfica. La griglia petrogenetica. Regimi barici, tipi di metamorfismo ed ambienti geodinamici. Metamorfismo progrado, retrogrado e retrocessione metamorfica. Il metamorfismo regionale: genesi della foliazione. Il metamorfismo di alta temperatura: granuliti, dehydration melting. Il metamorfismo di contatto. Il metamorfismo di alta pressione.

Testi consigliati:

D'Amico C., Innocenti F. & Sassi F.P., 1987. *Magmatismo e metamorfismo*. UTET Editore.

D'Argenio D., Innocenti F. & Sassi F.P., 1994. *Introduzione allo studio delle rocce*. UTET.

Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. *Introduzione ai minerali che costituiscono le rocce*. Zanichelli.
Le Maitre R.W., 1989. *A classification of igneous rocks and glossary of terms*. (IUGS). Blackwell Scientific Publications.
Morbidelli L., 2003. *Le rocce e i loro costituenti*. Bardi Editore.
Philpotts, A.R. – *Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks*. Waveland Press.

Approfondimenti e letture:

Myron G. Best, 2002. *Igneous and Metamorphic Petrology*, 2nd Edition, Wiley-Blackwell
Wilson M., 1989. *Igneous petrogenesis. A global tectonic approach*. Chapman & Hall, London.
K. Bucher & M. Frey, 1994. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer-Verlag. Berlin.
Myron G. Best & Erich H Christiansen, 2001. *Igneous Petrology*. Blackwell Science, Inc., USA.
Hall A., 1991. *Igneous Petrology*. Longman Scientific & Technical, John Wiley & Sons, New York.

Geofisica (8 cfu) (Geophysics)
--

Scopi del Corso. Lo scopo del corso è fornire allo studente una conoscenza di importanti fenomeni geofisici, relativi soprattutto alla parte meno profonda della terra, coerentemente al taglio principalmente ambientale e applicativo del corso di laurea. Di alcuni fenomeni estremamente rilevanti per la geodinamica e la geofisica dell'interno della terra vengono trattate le equazioni differenziali a derivate parziali che reggono il fenomeno e ricavate delle soluzioni particolari. In questo modo si spera che gli studenti possano apprendere modalità generali secondo cui possono essere affrontate quantitativamente problematiche della geodinamica e che siano, almeno parzialmente, messi in grado di leggere la letteratura rilevante (almeno quella non matematicamente avanzata).

Programma

Rotazione terrestre. Generalità sulla forma della terra. Momenti di inerzia. Equazioni della dinamica di corpi rotanti. Fattori e fenomeni che intervengono nel generare variazioni della velocità di rotazione della terra. Spostamenti dell'asse di rotazione della terra.

Campo gravitazionale della terra. Potenziale del campo gravitazionale. Il geoide. Prospezioni gravimetriche. Correzioni alle misure gravimetriche. Ambiguità interpretative. Isolamento ed amplificazione delle anomalie. Valutazione della densità e della geometria di corpi sepolti.

Campo magnetico terrestre. Potenziale del campo magnetico. Dipolo e anomalie magnetiche. Cenni allo sviluppo in armoniche dei valori del campo magnetico. Variazioni del campo magnetico nel tempo. Campo magnetico interno ed esterno alla terra. Il vento solare. Legge dell'induzione elettro-magnetica. Influenza sul campo magnetico del flusso di particelle provenienti dal sole. Magnetizzazione delle rocce. Cenni al paleomagnetismo. Prospezioni geomagnetiche.

Resistività elettrica. Cenni alle prospezioni geoelettriche con energizzazione con corrente continua e con correnti variabili a bassa, intermedia ed alta frequenza.

Prospezioni sismiche. Equazioni delle onde elastiche (1D). Cenni alla identificazione dei valori dei parametri elastici del terreno. Assorbimento della energia elastica nel

corso della propagazione. Dipendenza dell'assorbimento dalla frequenza. Attenuazione delle onde sismiche. Cenni alle onde superficiali. Proprietà termiche delle rocce. Trasferimento di energia termica nel suolo. Equazioni del flusso di calore per conduzione (regime stazionario e transitorio). Equazione del flusso di calore per convezione . Prospezioni geotermiche. Radioattività delle rocce. Equazioni del decadimento radioattivo. Prospezioni radioattive. Sismologia. Meccanismi di genesi dei terremoti. Localizzazione dell'ipocentro di un terremoto. Metodi di valutazione dei valori delle incognite per sistemi di equazioni sovradimensionati. Valutazione dell'energia rilasciata da un terremoto. Fenomeni precursori di un terremoto. Statistiche sulle frequenze di terremoti. Le esercitazioni riguarderanno la risoluzione problemi pratici relativi alla parte teorica.

Testi consigliati:

Dispense a cura del docente

Testi per approfondimenti:

Lowrie. *Fundamentals of Geophysics*. Cambridge University Press.

Fowler. *The Solid Earth*. Cambridge University Press.

Sleep & Fujita. *Principles of Geophysics*. Blackwell.

Savner & Stacey. *Physics of the Earth*. Wiley.

Jeffreys. *The Earth*. Cambridge University Press.

Sharma. *Geophysical Methods in Geology*. Elsevier.

Sharma. *Environmental and Engineering Geophysics*. Cambridge University Press.

Kelly & Mares. *Applied Geophysics in Hydrogeological and Engineering Practice*. Elsevier.

Stacey, F. D. *Physics of the Earth* 3rd ed. Brisbane, Australia: Brookfield Press.

Informatica per le Scienze della Terra (4 cfu)

(Introduction to Computer Science)

Prof. PIETRO BRAIONE pietro.braione@disco.unimib.it

Dipartimento di Informatica Sistemistica e Comunicazione, Disco

Viale Sarca, 336, Ed. U14

Conoscenze: concetti base di programmazione, validi indipendentemente dal linguaggio di programmazione ed esemplificati attraverso un sottoinsieme di Java.

Abilità: alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di identificare algoritmi risolutivi a semplici problemi e di codificarli nel linguaggio di programmazione Java.

Programma: cenni alla struttura logica di un elaboratore e codifica dell'informazione.

Gerarchia dei linguaggi di programmazione, compilatori e interpreti;

Tipi di dati primitivi;

Variabili, dichiarazioni e assegnamenti;

Espressioni e valutazione;

Strutture di controllo selettive e iterative;

Esempi elementari di algoritmi;

Array di tipi primitivi;

Cenni sulla complessità degli algoritmi;

Procedure, definizione ed invocazione.

Testi consigliati.

Bertacca M. e Guidi A 2007 *Programmazione in Java*, McGraw-Hill

Modalità di esame: l'esame si articola in prove teorico-pratiche svolte in laboratorio.

Geologia strutturale (8 cfu)

(*Structural Geology*)

Prof. ALESSANDRO TIBALDI alessandro.tibaldi@unimib.it

Prof. ANDREA BISTACCHI andrea.bistacchi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso comprende due moduli: **Geologia strutturale e Cartografia geologica**

Geologia strutturale (4 cfu)(*Structural Geology*)

Prof. Alessandro Tibaldi (4cfu)

Sforzi e deformazioni. Equazioni fondamentali e legami in diverse condizioni di pressione, temperatura e tempo. Simple shear e pure shear. La scala delle deformazioni. Le principali categorie di deformazioni: faglie, caratteristiche, tipologie, classificazione basata sulla loro giacitura e cinematica, metodi e limiti di dedurre sul terreno la cinematica di una faglia, problemi e limiti relativi al calcolo di un rigetto, faglie con espressione morfologica e prive di tale espressione, possibili cause ed interazioni tra la dinamica endogena ed il modellamento esogeno. Associazioni possibili di faglie inverse, trascorrenti e normali. Le pieghe: nomenclatura, ampiezza, lunghezza d'onda, persistenza, coerenza ed interferenza, stili in rapporto alla reologia delle rocce, alla natura dello sforzo e all'ambiente crostale. Foliazioni e scistosità. Fratture e giunti tettonici, tipologie, caratteristiche, cause ed ambiente di formazione, disposizioni spaziali.

Testi consigliati:

dispense e appunti del corso.

Per approfondimenti:

Davis G.H. 1998 *Structural Geology of Rocks and Regions*, John Wiley & Sons, New York.

Pollard D.D. & Fletcher R. 2007. *Fundamentals of Structural Geology*. Cambridge University Press.

Powell D. 1992. *Interpretation of geological structures through maps*. Longman group U.K.

Cartografia geologica (*Geological Maps and cross-sections*)

Prof. Andrea Bistacchi (4cfu)

Finalità. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di leggere, interpretare e implementare delle carte geologiche. In particolare saranno affrontate le tecniche utili a comprendere e/o rappresentare, partendo dal dato cartografico, la reale architettura tridimensionale delle unità geologiche e delle strutture rappresentate in carta. Tutti gli argomenti trattati verranno affrontati in brevi lezioni teoriche immediatamente seguite da esercitazioni pratiche, volte a sviluppare la capacità di risolvere problemi reali.

Basi teoriche. Scale di rappresentazione e basi topografiche. Cenni sui sistemi di riferimento e sulle proiezioni geografiche Estrazione di dati altimetrici da isoipse e modelli digitali del terreno. Costruzione di curve di livello per superfici di strato, faglie ed altre strutture geologiche. Diversi tipi di cartografia geologica: carte degli affioramenti, carte

oggettive e carte interpretative, carte *drift & solid*, carte geologico-strutturali. Come usare gli schemi a margine e le note illustrative. Dati strutturali: misura e rappresentazione degli elementi del fabric secondo diverse convenzioni, conversioni tra diversi formati, rappresentazione in proiezioni stereografiche, diagrammi a rosa ed altre rappresentazioni. Statistica direzionale, individuazione di elementi strutturali (es. assi e piani assiali di pieghe cilindriche) e definizione di domini omogenei secondo diversi criteri strutturali. Costruzione di sezioni geologiche. Orientazione ottimale delle sezioni rispetto alle strutture. Metodi di proiezione di limiti geologici ed elementi strutturali sul piano della sezione, con particolare attenzione ad un uso integrato del dato cartografico e di quello strutturale. Calcolo e misura di spessori ed inclinazioni reali e apparenti. Uso integrato di dati da sondaggi ed analisi dei relativi dati di orientazione. La costruzione di sezioni geologiche a partire da carte pubblicate da diversi servizi geologici è centrale nell'economia del corso e sarà sviluppato attraverso diversi casi di studio, proposti in una progressione, da casi più semplici a casi più complessi, utile a guidare gli studenti nel percorso di apprendimento e nello sviluppo della capacità pratica di leggere e costruire delle carte geologiche.

Rilevamento Geologico (8 cfu)

(Field Geology and Mapping)

Prof. MARCO MALUSA' marco.malusa@unimib.it

Prof. GIOVANNI VEZZOLI giovanni.vezzoli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Sedimenti e rocce sedimentarie. Componenti delle rocce sedimentarie; granuli extrabacinali e intrabacinali. Granulometria e selezione. Rocce terrigene silicoclastiche e loro classificazione. Rocce carbonatiche e loro classificazione. Evaporiti. Selci. Fosforiti. Introduzione alle strutture sedimentarie.

Stratigrafia. Principi fondamentali. Legge di Walther. Discordanze e discontinuità. Stratotipi e località tipo. Unità litostratigrafiche, biostratigrafiche e magnetostratigrafiche. Unità cronostratigrafiche e unità geocronologiche. Unità tettonostratigrafiche. Unità a limiti inconformi.

Tecniche di rilevamento geologico. Classificazione e caratteri distintivi sul terreno dei principali litotipi sedimentari, magmatici e metamorfici. Coperture quaternarie. Misurazione di giaciture e tecniche di proiezione stereografica. Riconoscimento e rappresentazione di limiti geologici. Successioni deformate e criteri di polarità stratigrafica. Risoluzione di problemi di stratimetria. Procedure di raccolta dati e convenzioni di rappresentazione cartografica. Realizzazione di log stratigrafici e sezioni geologiche.

Uscite sul terreno. Il corso prevede diverse uscite sul terreno ed esercitazioni finalizzate al riconoscimento e cartografia di coperture sedimentarie e basamenti cristallini, e all'applicazione delle tecniche di rilevamento apprese durante il corso.

Testi di riferimento:

Bosellini A., Mutti E. & Ricci Lucchi F., 1989. Rocce e successioni sedimentarie. UTET – Torino

Dispense a cura dei docenti

Geochemica (8 cfu)

(Geochemistry)

Prof. IGOR VILLA igor.villa@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie
Piazza della Scienza, 4

Cenni di cosmochimica. Comportamento e classificazione degli elementi, disponibilità ed abbondanza. Composizione geochimica della Terra nel suo complesso. Distribuzione, mobilità e comportamento degli elementi nei principali processi petrogenetici (magmatici, metamorfici, superficiali). Distribuzione degli elementi nelle rocce sedimentarie; fattori fisico-chimici della sedimentazione: diagenesi, argille.

Caratterizzazione geochimica dei principali serbatoi idrici terrestri: oceani, acque continentali superficiali e sotterranee. Interazione acqua/roccia. Il trasporto di materiale agli oceani: il ruolo dei fiumi. Laghi e oceani: biomassa, nutrienti, cicli di carbonio, azoto e fosforo.

Geochimica dell'atmosfera: composizione attuale ed evoluzione dell'atmosfera primordiale. Geochimica applicata alla mitigazione del rischio vulcanico.

Testi consigliati:

A. Longinelli, S. Deganello – *Introduzione alla Geochimica* – UTET;

J.I. Drever – *The Geochemistry of Natural Waters* – Prentice-Hall.

Campagna geologica I

(Geological mapping I)

Prof. MARCO MALUSA', marco.malusa@unimib.it

Prof. FRANCO RODEGHIERO franco.rodighiero@unimib.it

Prof. GIOVANNI VEZZOLI giovanni.vezzoli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Si tratta di un corso svolto esclusivamente sul terreno, finalizzato all'apprendimento delle tecniche di base del rilevamento geologico. Riguarda il rilevamento di successioni rocciose, con particolare riguardo alle coperture sedimentarie, in contesti geologici strutturalmente semplici ubicati preferibilmente nel quadro del sistema Alpi-Appennino e aree adiacenti. Comporta complessivamente 8 giorni di terreno distribuiti in un unico periodo. Per lo svolgimento di questa attività, gli studenti vengono divisi in piccoli gruppi (massimo 10 studenti/docente), che operano ognuno sotto la guida di un docente che valuta il lavoro svolto. Ogni studente deve produrre, alla fine della campagna, una relazione corredata dalla opportuna documentazione cartografica. L'esame consiste nella valutazione degli elaborati prodotti dallo studente e dà luogo ad un giudizio di approvazione.

3° ANNO

Sedimentologia (8cfu)

(Sedimentology)

Prof. EDUARDO GARZANTI eduardo.garzanti@unimib.it

Prof. GIOVANNI VEZZOLI giovanni.vezzoli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

La sedimentazione: processi e prodotti. Tessiture e parametri statistici. Forma, arrotondamento. Porosità. Sedimenti coesivi e frizionali. Il trasporto dei sedimenti: carico di

fondo e carico sospeso. Processi trattivi. Regimi di flusso: Legge di Stokes, Legge dell'impatto e diagramma di Hjulstrom. Forme di fondo. Processi gravitativi e sedimentazione in massa. Formazione e riconoscimento delle strutture sedimentarie: strutture trattive da correnti unidirezionali e oscillatorie, strutture da decantazione e da trazione/decantazione. Strutture da correnti di marea. Correnti di torbidità e torbiditi.

Analisi di facies. Ambienti fluviali, lacustri, eolici e deltizi. Ambienti costieri e di piattaforma. Ambienti pelagici. Conoidi torbiditiche.

Escursioni sul terreno uscite giornaliere sui seguenti temi: interpretazione sedimentologica e stratigrafica di una successione terrigena: il Verrucano e il Servino; interpretazione sedimentologica e stratigrafica di una successione costiera terrigena/carbonatica/evaporitica: delta, laguna e sabkha del Triassico superiore lombardo; interpretazione sedimentologica e stratigrafica di una successione pelagica carbonatica: il Giurassico del Bacino Lombardo; interpretazione sedimentologica e stratigrafica di una successione torbiditica terrigena: i Flysch Cretacei; depositi terrigeni del Bacino Terziario Piemontese.

Esercitazioni. Descrizione di campioni di rocce e sezioni sottili di rocce sedimentarie.

Testi di riferimento:

Bosellini A., Mutti E. & Ricci Lucchi F., 1989. *Rocce e successioni sedimentarie*. UTET – Torino

Ricci Lucchi F., 1970, *Sedimentografia*, Zanichelli.

Reading H.G., 1996, *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy*, Blackwell.

Geologia applicata (8 cfu)

(Basic Engineering Geology)

Prof. GIOVANNI CROSTA giovannibattista.crosta@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire competenze su: i problemi di tipo geologico applicato in ambiente terrestre e marino, connessi ai materiali presenti e all'esecuzione di opere ingegneristiche; il comportamento fisico meccanico dei geomateriali (terreni, rocce e ammassi rocciosi) e la loro caratterizzazione; lo stato tensionale nei mezzi geologici, i problemi di filtrazione e di stabilità di opere di diverso genere.

Teoria: Campi di applicazione, mezzi e metodi; problematiche geologico applicative; pericolosità e rischio; i materiali geologici; richiami a sforzi, deformazioni, leggi costitutive, legame deformazioni/ tempo; modelli reologici. Proprietà fisiche di terre e rocce e loro classificazioni tecniche. Stato tensionale in mezzi geologici e loro variazioni. Moto dell'acqua e sua importanza; capillarità. Consolidazione e cedimenti. Proprietà meccaniche delle terre: compressibilità, resistenza al taglio, in condizioni diverse di sollecitazione e drenaggio. Proprietà meccaniche delle rocce intatte e degli ammassi rocciosi: resistenza, deformabilità. Stabilità di masse di terra e roccia: equilibrio elastico e plastico limite; spinta delle terre e capacità portante. Comportamento in condizioni dinamiche.

Esercitazioni di laboratorio: calcolo proprietà fisiche terre e rocce; tensioni geostatiche; moti di filtrazione; consolidazione e cedimenti; spinta delle terre e capacità portante.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Laboratorio di Geotecnica (4 cfu)

(Geotechnics Lab)

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire una comprensione chiara e completa delle modalità di esecuzione ed interpretazione delle prove per la caratterizzazione fisico meccanica di terreni e rocce

Programma: Cenni di meccanica delle terre e metodi di classificazione. Principi di funzionamento e utilizzo delle apparecchiature. Esecuzione, rielaborazione ed interpretazione delle seguenti prove: curva granulometrica e limiti di Atterberg, prove di permeabilità, di compressione edometrica, di taglio diretto, di compressione, triassiale, e di compattazione.

Meccanica delle rocce: cenni di meccanica delle rocce. Esecuzione, rielaborazione ed interpretazione delle seguenti prove: Point Load Test, di compressione monoassiale e triassiale, di trazione diretta e brasiliana; misura delle caratteristiche geometriche e meccaniche dei giunti (JRC; JCS): prove di taglio diretto su giunti.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Georisorse (4 cfu)

(Basics of Ore Geology, Industrial minerals and rocks)

Prof. FRANCO RODEGHIERO franco.rodighiero@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sui depositi di minerali e di rocce di interesse economico, sulle loro caratteristiche geologiche e destinazioni d'uso e sulle principali tecniche di estrazione mineraria.

Le lezioni teoriche (3cfu) riguardano i concetti generali su materie prime per l'industria, come rocce e minerali, e il loro impiego finale. I lapidei come materiali da costruzione, le rocce ornamentali: marmi, graniti, pietre. Cenni sui principali metodi di analisi per la determinazione delle caratteristiche tecnologiche delle materie prime, le prove fisico-meccaniche e i tipi di lavorazione dei lapidei. Classificazioni, tenori, cubaggi e prezzi dei minerali utili e dei metalli. I corpi minerari secondo la forma, la giacitura e i rapporti con la roccia incassante. I fenomeni geologici della messa in posto dei corpi minerari in rapporto alle caratteristiche economiche e alla loro coltivabilità.

1 cfu verrà impiegato per attività di laboratorio e per uscite didattiche obbligatorie. Le esercitazioni di laboratorio saranno rivolte soprattutto al riconoscimento pratico di campioni di minerali e di rocce utili su collezioni didattiche.

E' prevista un'uscita didattica con visita alla Fiera Internazionale MarmoMacchine di Verona e/o una visita tecnica ad una cava, a cielo aperto o in sottosuolo.

Propedeuticità: sono richieste conoscenze di Chimica, di Mineralogia, di Petrografia, di Geologia di base e di Cartografia geologica.

Testi consigliati:

A M Evans, 1993. *Ore geology and industrial minerals. An introduction.*

Blackwell Scient. Publ., 3 ed. Oxford

P. Primavori 1999 *Pianeta pietra.* Giorgi Zusi Editore, Verona.

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

Modalità d'esame: prova orale sugli argomenti teorici. Prova pratica di riconoscimento campioni mineralizzati e marmette di materiale lapideo. Presentazione e discussione di una relazione personale sulle esercitazioni fuori sede.

Laboratorio di Georisorse (4 cfu)

(Methods for mining and quarrying)

Prof. FRANCO RODEGHIERO franco.rodeghiero@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso si propone di fornire conoscenze complementari sulle caratteristiche geologiche dei depositi di minerali e di rocce di interesse economico e sulle principali tecniche di coltivazione mineraria.

Le lezioni teoriche (1 cfu) saranno rivolte a cenni sulle tecniche di scavo minerario, sia a cielo aperto che in sottosuolo, sull'esplosivistica civile e sui principali metodi di lavorazione dei materiali lapidei.

Sono previste esercitazioni fuori sede sul campo, con visita a cave, miniere, impianti di trattamento di minerali e laboratori di analisi e caratterizzazione delle materie prime.

Le uscite didattiche, vincolanti per l'esame, costituiscono la parte principale del corso e sono rivolte alla conoscenza diretta sul terreno dei corpi minerali, a sviluppare la sensibilità delle grandi geometrie di ammassi rocciosi, a percepirne la tridimensionalità anche in sottosuolo e a prendere contatto con tecnologie per l'estrazione mineraria, il trattamento e la lavorazione di minerali e rocce utili.

In particolare le uscite e le esercitazioni (3 cfu) saranno orientate verso i seguenti argomenti:

- visita ad un Laboratorio e Centro di prove tecniche sulle rocce ornamentali
- esercitazione sui metodi di trattamento dei campioni minerali, finalizzati ad una loro analisi
- visita ad una miniera di marna da cemento
- visita ad una cava di calcare o ad una miniera di argille, per usi industriali
- visita in sottosuolo ad un corpo minerario filoniano
- visita in sottosuolo ad una cava o miniera di minerali per l'industria
- visita a cave di marmo e/o granito

Propedeuticità:

Considerato il particolare carattere del corso, con una decisa impostazione verso le visite tecniche a cantieri minerali, in cui la numerosità dei partecipanti può rivestire a volte un elemento discriminante non ultimo per la sicurezza, requisito essenziale è almeno la frequentazione del Corso di Georisorse.

Testi consigliati: (già validi per Georisorse – Laurea Triennale)

A. M. Evans, 1993. Ore geology and industrial minerals. An introduction. Blackwell Scient. Publ. 3a ed. Oxford

P. Primavori, 1999. Pianeta pietra. Giorgio Zusi Editore, Verona

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

Modalità d'esame:

Presentazione e discussione di una relazione personale sulle esercitazioni sul terreno e sui cantieri. Prova orale sugli argomenti teorici.

Geopedologia (4 cfu)

(*Geopedology*)

Prof. FRANCO PREVITALI franco.previtali@unimib.it

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio

Piazza della Scienza, 1

Definizioni e funzioni

Definizione di suolo. Funzioni principali del suolo. Il suolo come risorsa ambientale e produttiva. Cenni di storia della pedologia.

Descrizione del suolo

Il profilo pedologico e gli orizzonti. Descrizione morfologica di campagna (limiti, colore, scheletro, tessitura, struttura, concentrazioni, pellicole, radici, pedofauna, ecc.). Orizzonti genetici e relativi suffissi.

Pedogenesi

Fattori di formazione del suolo: clima (regimi di temperatura e umidità), organismi viventi (vegetazione, pedofauna, uomo), geomorfologia e topografia, substrato e materiale parentale, durata dei processi. Cenni di chimica del suolo. Cenni sui processi di pedogenesi (in particolare dei climi temperati). Cicli pedogenetici brevi (neosuoli) e lunghi (paleosuoli) della pedogenesi.

Classificazione dei suoli

Caratteristiche, qualità e limiti dei principali sistemi di classificazione tassonomica dei suoli. Soil Taxonomy (1999) e World Reference Base (2006). Orizzonti diagnostici di superficie e di profondità.

Pedogeografia

Principali tipologie pedoclimatiche secondo il sistema WRB. Principali suoli di Lombardia: genesi, caratteri chimico-fisici e morfologici, distribuzione geografica, usi e proprietà pedotecniche.

Esercitazioni. Descrizione di campagna di profili e ambienti (2 escursioni). Tassonomia dei suoli (sistema WRB): procedure di classificazione dei suoli.

Testi consigliati.

D. Baize, B. Jabiol, 1995, *Guide pour la description des sols*, INRA, Paris, pp. 375.

W. Chesworth (ed.), 2008, *Encyclopedia of Soil Science*, Springer, Dordrecht, pp. 902.

A. Giordano, 1999, *Pedologia*, UTET, Torino, pp. 364.

F. Previtali, 1999, *Elementi di Geopedologia. Tassonomie dei suoli*, CUEM, Milano, pp. 194.

F. Previtali, 2001, *Elementi di Geopedologia. Genesi e geografia dei suoli*, CUEM, Milano, pp. 266.

G. Sanesi, 2000, *Elementi di pedologia*, Calderini Edagricole, Bologna, pp. 390.

M.E. Sumner (ed.), 2000, *Handbook of Soil Science*, CRC Press, Boca Raton, USA.

Campagna geologica II

(*Geological mapping II*)

Prof. ANDREA BISTACCHI andrea.bistacchi@unimib.it

Prof. ALESSANDRO TIBALDI alessandro.tibaldi@unimib.it

Prof. ANDREA ZANCHI andrea.zanchi@unimib.it

Prof. ALESSANDRO CAVALLO alessandro.cavallo@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Analogamente al corso “Campagna Geologica I”, le attività didattiche relative a questo insegnamento vengono svolte principalmente sul terreno. Il corso è finalizzato all'apprendimento di tecniche di rilevamento geologico più avanzate ed in particolare all'approfondimento di tematiche geologico-strutturali. Nel corso della campagna verrà affrontato il rilevamento di unità di qualsiasi tipo (basamento e/o copertura), caratterizzate da complesse deformazioni, situate in un'area opportunamente scelta. La campagna si sviluppa in un unico periodo di 8 giorni di terreno.

Per lo svolgimento di questa attività, gli studenti saranno divisi in piccoli gruppi (massimo 10 studenti), che lavoreranno sotto la guida di un docente che li seguirà durante il rilevamento.

Ogni studente deve produrre, alla fine della campagna, (1) una carta geologica di terreno (carta degli affioramenti del substrato e delle coperture quaternarie), (2) una carta interpretativa della geologia del substrato, (3) un numero di sezioni geologiche adeguato a rappresentare la geologia dell'area di rilevamento e (4) una relazione relativa all'attività svolta, formulata in termini di note illustrative della carta geologica prodotta.

L'esame consiste nella valutazione degli elaborati prodotti dallo studente e dà luogo ad una votazione riportata sul libretto, che terrà conto anche del lavoro svolto durante la campagna geologica dell'anno precedente.

Laboratorio SIT (4 cfu)

(GIS Lab)

Prof. PAOLO FRATTINI paolo.frattini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire le conoscenze di base sulla cartografia digitale e sull'utilizzo dei sistemi GIS per l'elaborazione di dati territoriali.

Programma:

Teoria: Introduzione alla Cartografia Digitale: differenze con la cartografia tradizionale, tecniche di rilievo topografico GPS e tramite fotogrammetria; i Modelli Digitali del Terreno: tecniche di realizzazione e cartografia morfologica derivata. Introduzione ai sistemi GIS: dati territoriali, formati RASTER e VECTOR, tecniche di conversione, tecniche di informatizzazione dei dati, tecniche di editing; creazione e gestione di un database geografico; struttura poligonale topologica; funzioni di analisi dei dati spaziali: contiguità, sovrapposizione, prossimità, selezione, generalizzazione.

Cartografia geologica digitale.

Esercitazioni in laboratorio: acquisizione e georeferenziazione dei dati; utilizzo delle principali funzioni di analisi; utilizzo ed analisi dei DTM. Realizzazione di una carta geologica digitale.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Introduzione alla Geografia degli Oceani (4 cfu)

(Introduction to ocean geography)

Prof. CESARE CORSELLI cesare.corselli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Introduzione all'ambiente oceanico.

Fisiografia e classificazione batimetrica; classificazione della massa d'acqua.

Geologia degli oceani: margini continentali, dorsali oceaniche, crosta oceanica.

L'ecosistema oceanico: fattori ecologici:

-fattori abiotici climatici: illuminazione, temperatura, umidità;

-fattori abiotici edifici: idrodinamismo (circolazione oceanica, onde e maree,); natura del substrato e sedimenti oceanici; salinità; gas disciolti (O₂, CO₂, H₂S); nutrienti ed elementi in traccia

La materia organica in ambiente marino: produttività primaria, flussi bio-geochimici, ruolo dei processi sedimentari ed effetti della bioturbazione.

Tecniche di osservazione e di campionamento in oceano: metodi indiretti e diretti.

Metodi indiretti: onde elettromagnetiche (immagini aeree e satellitari); onde acustiche (ecoscandagli singolo fascio e multi fascio; sonar a scansione laterale; sismica ad alta risoluzione); elettrochimica (sonde multiparametriche).

Metodi diretti: visivi (operatori subacquei, telecamere, rove e batiscafi), campionatori di sedimenti (carotieri, benne e draghe); campionatori d'acqua e di flussi bio-geochimici.

Testi consigliati: verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

Geologia del Quaternario (4 cfu)

(Geology of the Quaternary)

Prof. VALTER MAGGI valter.maggi@unimib.it

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio

Piazza della Scienza, 1

Introduzione. Definizione, durata e suddivisione del Quaternario.

Stratigrafia. Unità litostratigrafiche, allostratigrafiche, magnetostratigrafiche, biostratigrafiche, tefrostratigrafiche, cronostratigrafiche, climatostratigrafiche.

Biocronologia a mammiferi.

Paleoclimatologia. $\delta^{18}\text{O}$ nelle carote dai fondi oceanici e nel ghiaccio. La teoria astronomica delle variazioni climatiche. Cicli di precessione, di obliquità e cicli glaciale-interglaciale di maggiore ampiezza e di 100.000 anni. Variazioni nella concentrazione di CO₂ e CH₄. Oscillazioni del livello del mare. Cicli ad elevata frequenza ed eventi brevi. Caratteristiche climatiche dell'ultima transizione glaciale-interglaciale e relativa suddivisione climatostratigrafica.

Ambiente e depositi lacustri. Lago, palude, torbiera e depositi associati, biogenici organici, biogenici inorganici, clastici. Genesi dei laghi. Tipi deposizionali; facies litorali e profonde. Ritmiti e varve. Eventi deformativi in depositi lacustri. Successioni palustri in ambiente fluviale. Tecniche di campionamento e carotaggio in depositi lacustri e palustri.

Ambiente e depositi glaciali. Nomenclatura e rappresentazione dei depositi glaciali; till e diamicton. Classificazione termica dei ghiacciai. Flusso glaciale. Erosione: escavazione e abrasione. Trasporto di detrito sottoglaciale. Till di alloggiamento. Till di fusione sottoglaciale. Sedimentazione subacquea proglaciale. Delta di contatto glaciale. Sovraescavazione di una valle glacializzata. Deglaciazione di una valle glacializzata e deposizione fluvioglaciale. Depositii paraglaciali.

Ambiente periglaciale ed eolico. Permagelo. Forme e depositi in un paesaggio di ambiente periglaciale. Crioturbazione. Loess: importanza stratigrafica. Riconoscimento in campagna.

Depositi di versante. Movimenti in massa, processi di dilavamento. Falde detritiche e brecce di versante. Colluvio. Identificazione di un corpo di frana. Il ciclo di sedimentazione dei ripari sottoroccia.

Suoli e paleosuoli nella Geologia del Quaternario. Mantello di alterazione, alterite, regolite, saprolite. Profilo di un suolo e profilo di alterazione e loro descrizione. Alcuni processi di pedogenesi e loro contesto ambientale e climatico: podzolizzazione, brunificazione, lisciviazione delle argille, fersiallitizzazione, desilicizzazione. Influenza della stazione. Impatto antropico sul suolo nell'Olocene. Suoli e ambienti nella carta pedologica FAO. Paleosuoli, vetusuoli. Tempo di evoluzione di alcuni orizzonti diagnostici. Suoli e discontinuità stratigrafiche. Uso dei suoli nella caratterizzazione delle unità geologiche quaternarie.

Radiocarbonio e cenni ad altri metodi di datazione numerica. Radiocarbonio: produzione e incorporazione del ^{14}C nella biosfera, contaminazione, misurazione per conteggio, deviazione standard, calibrazione dendrocronologica. Selezione di vegetali per la datazione ^{14}C . Significato della datazione ^{14}C nei suoli. Lettura del diagramma di calibrazione di una data radiocarbonica. Termoluminescenza, K-Ar, cenni agli altri metodi di datazione impiegati nel Quaternario.

Archivi biologici e paleoclimatici. Palinologia, macroresti vegetali e loro impiego nella ricostruzione dei paleoambienti continentali.

Esercitazioni. descrizione di affioramenti e sezioni stratigrafiche di depositi superficiali sulla base delle conoscenze acquisite (ambienti, suoli, metodi di datazione)

Unità quaternarie cartografabili: nella cartografia geologica della Regione Lombardia alla scala 1:50.000, nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Rilevamento geologico e geofisico di dettaglio del Quaternario in aree di fondovalle nelle Alpi.

Cartografia dei paleoambienti: la carta paleoambientale d'Italia durante l'UMG

Le escursioni sono finalizzate all'apprendimento dei metodi di riconoscimento e descrizione in campagna di affioramenti e carote in depositi lacustri e palustri, glaciali, fluviali, torbe e paleosuoli.

Testi consigliati:

CD delle lezioni (versioni 2003, 2004).

Bini, A., 1990. *Dispense di Geologia del Quaternario. 1 Descrizione di affioramenti e sezioni stratigrafiche.* Valdina Libreria Universitaria, Piazzale Gorini 10, Milano.

Castiglioni GB., 1986. *Geomorfologia.* UTET, Torino.

Cremaschi M., 1991. *Paleosuoli: il suolo per la ricostruzione paleoambientale, la geologia del Quaternario e la ricerca archeologica.* In (Cremaschi M. e Rodolfi G. eds.) - Il suolo. NIS, Roma. Pp. 283-317.

Cremaschi M., 2000. *Il tempo e la sua misura* (Pp. 191-216). *Gli archivi privilegiati. Geoarcheologia dei depositi in ripari sottoroccia e nella parte atriale delle cavità* (pp. 261-290). In: Manuale di Geoarcheologia. Laterza, Roma.

Orombelli G., 2000. *Le glaciazioni e le variazioni climatiche.* Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Incontro di Studio n. 18: 135-150.

Previtali F., 2001. *Classificazione dei processi pedogenetici.* In: Elementi di Geopedologia. Pp. 39-109.

Ravazzi C., 2003 (a cura di). *Gli antichi bacini lacustri e i fossili di Lefte, Ranica e Pianico-Sèllere (Prealpi Lombarde).* CNR-IDPA, Milano.

Vai G.B. (Ed.), 2004. *Paleoenvironmental map of Italy during the LGM.* IGC Firenze, Agosto 2004.

Libri di consultazione.

Lowe J.J. & Walker M.J.C., 1997. *Reconstructing Quaternary Environments*. Prentice Hall, 2nd ed.

**LAUREA MAGISTRALE
IN
SCIENZE E TECNOLOGIE GEOLOGICHE
Geological Sciences and Technologies**

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche Classe LM-74
Geological Sciences and Technologies**

REGOLAMENTO DIDATTICO – ANNO ACCADEMICO 2010/2011

Presentazione

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche appartiene alla Classe delle Lauree 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 della Laurea.

Sono previsti fino a 12 esami a seconda del percorso scelto. Al termine degli studi, dopo aver acquisito 120 CFU, viene conferito il titolo avente valore legale di Laurea 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.

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.

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 specifiche di tipo specialistico, con particolare riguardo alle discipline geologiche, geobiologiche, geologico-applicative e petrografiche in ambiente terrestre e marino, per lo studio e la valutazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni a grande scala, per la comprensione delle complesse interazioni tra evoluzione tettonica e sedimentazione nei vari contesti geodinamici e per la valutazione e 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 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, vulcanici e sedimentari attivi;
- 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;
- prospezione, caratterizzazione e valutazione d'utilizzo delle materie prime industriali e tecnologiche.

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 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 all'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 percorsi 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 specializzate 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 verranno individuati tre orientamenti, 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:

1. **Orientamento di Geologia applicata,**
2. **Orientamento di Geologia marina,**
3. **Orientamento di Geologia generale-Geodinamica.**

Vengono di seguito espressi i risultati di apprendimento attesi, espressi 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.

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

Conoscenze specialistiche e capacità di comprensione in un particolare settore delle Scienze Geologiche, che integrino e approfondiscano quelle acquisite nel primo ciclo.

Capacità di elaborare ed applicare metodi originali, spesso in un contesto di ricerca, nell'ambito delle Scienze Geologiche.

La specializzazione in un particolare settore delle Scienze Geologiche verrà ottenuta attraverso l'attivazione di percorsi differenziati, comprendenti percorsi formativi con insegnamenti mirati a fornire una solida preparazione specialistica. Le attività previste per la prova finale consentiranno di applicare in modo originale le competenze acquisite.

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

Abilità di comprensione e di applicazione delle conoscenze acquisite alla risoluzione di problemi geologici in contesti ampi e multidisciplinari attraverso l'utilizzo di tecniche specialistiche. Capacità di applicare le competenze acquisite anche a situazioni nuove e problematiche.

Numerosi 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 dei corsi 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.

c) Autonomia di giudizio (making judgements)

Capacità di integrare conoscenze complesse, di fornire soluzioni valide utilizzando dati parziali o incompleti relativi a problematiche proprie delle Scienze della Terra (gestione dei rischi, studio dei processi attivi, valutazioni geologico-tecniche connesse all'ingegneria civile). Capacità di valutare e prevedere le conseguenze derivanti dall'applicazione dei giudizi forniti e dalle valutazioni effettuate.

Nell'ambito delle attività formative verranno presentati casi di studio reali che affrontano problemi di questo tipo. Tali attività verranno integrate con seminari tenuti da esperti anche esterni al mondo accademico, che tratteranno situazioni significative a questo riguardo. Le capacità di valutazione acquisite dagli studenti saranno verificate nel corso delle prove d'esame e attraverso la stesura di relazioni.

d) Abilità comunicative (communication skills)

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.

Nell'ambito delle attività di verifica dei singoli corsi saranno previste relazioni scritte e/o orali in lingua italiana e inglese. Le relazioni potranno essere individuali o svolte in gruppo allo scopo di sviluppare capacità di interazione con gli altri studenti.

e) Capacità di apprendimento (learning skills)

Capacità di approfondire le proprie conoscenze in modo largamente auto-diretto e autonomo, identificando le tipologie di informazioni più idonee (testi avanzati, riviste scientifiche specializzate e strumenti didattici di vario tipo anche in lingua straniera) alla risoluzione delle problematiche di tipo geologico.

In numerosi corsi gli studenti dovranno approfondire in modo autonomo alcuni argomenti, utilizzando testi avanzati e articoli di riviste specializzate 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 delle prova finale implicheranno la necessità di approfondire particolari argomenti.

Descrizione del percorso formativo

Nel **primo anno** del corso di studio sono previsti alcuni corsi comuni ai tre orientamenti, con insegnamenti volti ad ampliare la preparazione acquisita nel Corso di Laurea di primo livello e a fornire le conoscenze necessarie ad affrontare insegnamenti più specifici. Tali insegnamenti comprendono un approfondimento delle tematiche geologico-strutturali e stratigrafico-sedimentologiche (**Geologia dei bacini sedimentari, Geodinamica e Geologia strutturale**) e insegnamenti a carattere più tecnico applicativo (**Idrogeologia e Prospezioni geofisiche**). In ogni orientamento sono poi previsti altri insegnamenti specialistici di tipo caratterizzante e affine e integrativo. Sono previsti non meno di 8 esami a seconda del percorso scelto.

Nel **secondo anno** vengono completati gli insegnamenti a carattere specialistico di tipo caratterizzante, affine e integrativo e a libera scelta. Sono previsti fino a 4 esami.

L'ultimo semestre è dedicato in prevalenza alla realizzazione della **tesi (30 CFU)**. La tesi è preceduta da un breve **tirocinio interno (2 CFU)**, volto ad introdurre il laureando alle tecniche analitiche, che verranno poi utilizzate per la realizzazione del lavoro di tesi.

Profili professionali e sbocchi occupazionali

La scelta dei profili professionali e 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.

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, relativamente alle seguenti competenze:

- 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 modellazione 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);
- 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 della 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 e mitigazione dei rischi, anche finalizzati alla redazione di piani per le misure di sicurezza nei luoghi di lavoro;
- valutazione e prevenzione, per gli aspetti geologici, del degrado dei beni ambientali;
- progettazione, direzione dei lavori e collaudo relativi alla conservazione dei beni artistici;
- certificazione dei materiali geologici e mineralogici, analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche e mineralogico-petrografiche;
- analisi del degrado di monumenti lapidei e loro conservazione;
- direzione di laboratori di geotecnica;
- applicazioni di tipo archeometrico e geoarcheologico.

Tali professionalità potranno trovare applicazione nei seguenti campi:

- Industria (idrocarburi, minerali e materie prime, ceramiche e laterizi);
- 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 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 in Scienze e Tecnologie Geologiche permette l'iscrizione nella sezione A (geologi), previo superamento di un esame di Stato.

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

- Geologo;
- Paleontologo;
- Geofisico;
- Cartografo e fotogrammetrista;
- Ricercatore e tecnico laureato nelle Scienze della Terra;
- Tutor, istitutore e insegnante nella formazione professionale;
- Insegnante tecnico-pratico negli istituti di istruzione secondaria.

Norme relative all'accesso

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso della Laurea o del Diploma universitario di durata triennale, ovvero di titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. In particolare, possono essere ammessi alla Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche i laureati della Facoltà di Scienze MM. FF. NN., di Ingegneria e Agraria e ai laureati in Corsi di Laurea di tipo affine di qualunque Ateneo, che dimostrino di possedere le competenze necessarie per seguire con profitto gli studi. A questo scopo, è previsto un colloquio di valutazione prima dell'inizio delle attività didattiche; le date e le modalità di svolgimento dei colloqui saranno diffuse con appositi avvisi pubblicati sul sito web del corso di laurea (www.geo.unimib.it).

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.

Organizzazione del Corso di Laurea Magistrale

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.

Insegnamenti caratterizzanti

Insegnamento	CFU	SSD
Applicazioni di Geobiologia	8	Geo/01
Geologia dei bacini sedimentari	8	Geo/02
Geologia stratigrafica e regionale	8	Geo/02
Geologia del vulcanico	8	Geo/03
Tettonica attiva e vulcanotettonica	8	Geo/03
Geodinamica e Geologia strutturale	8	Geo/03
Geomorfologia marina	8	Geo/04
Idrogeologia generale	8	Geo/05
Metodi di indagine geologico-tecnica	8	Geo/05
Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti	8	Geo/05
Petrologia	8	Geo/07
Geocronologia e Archeometria	8	Geo/08
Georisorse minerarie e lapidei	8	Geo/09
Prospezioni geofisiche	8	Geo/11

Attività affini ed integrative

All'interno di questo tipo di attività sono previsti 16 CFU, che 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.).

Insegnamenti affini ed integrativi

Insegnamento	CFU	SSD
Laboratorio di Geobiologia 1	8	Geo/01
Paleoclimatologia	4	Geo/01
Sedimentologia applicata	4	Geo/02
Modellazione geologica 3D	4	Geo/03
Laboratorio di Geomorfologia Marina	8	Geo/04
Geomorfologia avanzata	4	Geo/04
Applicazioni GIS avanzate	4	Geo/05
Idrogeologia applicata e dei contaminanti	4	Geo/05
Valutazione dei rischi geologici	4	Geo/05
Laboratorio di modellistica applicata	4	Geo/05
Metodologie avanzate di analisi mineralogica	4	Geo/09
Geofisica ambientale	4	Geo/11
Laboratorio di Geofisica applicata	4	Geo/11
Statistica	4	Mat/06
Introduzione alla Meccanica del continuo	4	Fis/01
Chimica Fisica	4	Chim/02
Analisi e gestione delle biocenosi acquatiche	4	Bio/07
Ecologia quantitativa	4	Bio/07

Attività formative a scelta dello studente

Lo studente potrà scegliere 16 CFU relativi alle *attività formative a scelta* (art. 10, comma 5, lettera a) tra tutte le attività formative offerte nei differenti Corsi di Laurea Magistrale dell'Ateneo.

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.

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.

Nel caso in cui gli studenti partecipino a periodi di studio all'estero nell'ambito di progetti di interscambio (es.: Erasmus), dovranno fornire adeguata documentazione per il riconoscimento delle attività effettuate secondo le norme del Regolamento Didattico d'Ateneo (RAD).

Obiettivi formativi e organizzazione degli Orientamenti

Si precisa che la scelta degli insegnamenti relativi a ciascun orientamento dovrà essere concordata con uno o più docenti di riferimento, in armonia con le indicazioni fornite relativamente a ciascuno dei tre orientamenti individuati. Il piano degli studi dovrà infatti essere costruito tenendo conto che gli esami indicati nelle successive tabelle sono quelli più adatti al raggiungimento della formazione prevista nell'ambito di ciascun orientamento.

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche prevede l'attivazione dei seguenti orientamenti:

- **Geologia applicata,**
- **Geologia marina,**
- **Geologia generale-Geodinamica.**

ORIENTAMENTO DI GEOLOGIA APPLICATA

L'orientamento di **Geologia applicata** prevede 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. Gli insegnamenti del percorso 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, la geomorfologia applicata 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 in mare e la modellistica applicativa al computer. E' prevista la realizzazione di un elaborato di tesi con argomento riguardante tematiche geologico-applicative incentrate sullo studio degli ambienti terrestri.

Tale percorso prevede gli insegnamenti indicati nella relativa tabella che danno luogo a 12 esami. In particolare si consideri che:

tra gli insegnamenti caratterizzanti è prevista la possibilità di scelta di un insegnamento tra i tre contraddistinti dalla lettera (a) e di uno tra i due insegnamenti contraddistinti dalla lettera (b) nella tabella che segue (per un totale di 2 esami e 16 cfu)

tra gli insegnamenti affini ed integrativi, è prevista la possibilità di scelta di due degli insegnamenti contraddistinti nella seguente tabella dalla lettera (c) (per un totale di 2 esami e 8 cfu).

è inoltre possibile scegliere uno dei due insegnamenti di tipo affine ed integrativo contraddistinti nella seguente tabella dalla lettera (d) (1 esame, 4 cfu).

Orientamento di geologia applicata

Insegnamento	CFU	SSD	Tipologia attività	Anno di corso
Geologia dei bacini sedimentari	8	Geo/02	Carat	1
Geodinamica e Geologia strutturale	8	Geo/03	Carat	1
Geologia stratigrafica e regionale (a)	8	Geo/02	Carat	1
Geologia del vulcanico (a)	8	Geo/03	Carat	1
Tettonica attiva e vulcanotettonica (a)	8	Geo/03	Carat	1
Idrogeologia generale	8	Geo/05	Carat	1
Metodi di indagine geologico-tecnica (b)	8	Geo/05	Carat	1
Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti (b)	8	Geo/09	Carat	1
Prospezioni geofisiche	8	Geo/11	Carat	1
Geomorfologia avanzata (c)	4	Geo/04	Aff/Int	1
Valutazione dei rischi geologici (c)	4	Geo/05	Aff/Int	1
Idrogeologia applicata e dei contaminanti (c)	4	Geo/05	Aff/Int	1
Metodologie avanzate di analisi mineralogica (c)	4	Geo/09	Aff/Int	1
Chimica Fisica (d)	4	Chim/02	Aff/Int	1
Statistica (d)	4	Mat/06	Aff/Int	1

Introduzione alla Meccanica del continuo	4	Fis/01	Aff/Int	2
Georisorse minerarie e lapidei	8	Geo/09	Carat	2
Applicazioni GIS Avanzate (c)	4	Geo/05	Aff/Int	2
Laboratorio di modellistica applicata (c)	4	Geo/05	Aff/Int	2
Geofisica Ambientale (c)	4	Geo/11	Aff/Int	2
Laboratorio di geofisica applicata (c)	4	Geo/11	Aff/Int	2
A scelta dello studente	16			1/2
Prova finale	30			2
Tirocinio	2			2
	120			

ORIENTAMENTO DI GEOLOGIA MARINA

L'orientamento in Geologia Marina prevede insegnamenti d'ambito geomorfologico, geologico applicativo e geofisico a carattere generale, inerenti le tecniche di rilevamento geologico-tecnico e geofisico a terra e in mare, per la caratterizzazione geomorfologica e la valutazione del rischio e della pericolosità in aree di piattaforma e scarpata continentali. Tale percorso prevede inoltre insegnamenti d'ambito paleontologico e paleoecologico (geobiologia), comprendenti le tecniche di campionamento al fondo e nella colonna d'acqua, per la valutazione dell'interazione biosfera-idrosfera-geosfera, dei flussi biogeochimici e per la ricostruzione degli ambienti marini attuali e del recente passato, anche in funzione dei cambiamenti climatici quaternari. E' prevista la realizzazione di un elaborato di tesi per la prova finale con argomento riguardante tematiche geomorfologiche, geologiche, geologico-applicative e geobiologiche, incentrate sullo studio degli ambienti marini attuali e del recente passato.

E' prevista la scelta di uno tra gli insegnamenti contraddistinti dalla lettera (a) nella tabella che segue (1 esame, 8 CFU).

Tra gli insegnamenti affini ed integrativi, è prevista la scelta di uno o due tra gli insegnamenti contraddistinti nella seguente tabella dalla lettera (b) (per un totale di 8 CFU):

Orientamento di Geologia marina

Insegnamento	CFU	SSD	Tipologia attività	Anno di corso
Applicazioni di Geobiologia	8	Geo/01	Carat	1
Geologia dei bacini sedimentari	8	Geo/02	Carat	1
Geodinamica e Geologia strutturale	8	Geo/03	Carat	1
Geomorfologia marina	8	Geo/04	Carat	1
Idrogeologia generale (a)	8	Geo/05	Carat	1
Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti (a)	8	Geo/05	Carat	1
Prospezioni geofisiche	8	Geo/11	Carat	1
Analisi e gestione delle biocenosi acquatiche	4	Bio/07	Aff/Int	1
Ecologia quantitativa	4	Bio/07	Aff/Int	1
Geocronologia e Archeometria	8	Geo/08	Carat	2
Laboratorio di Geobiologia 1 (b)	8	Geo/01	Aff/Int	2
Paleoclimatologia (b)	4	Geo/01	Aff/Int	2
Laboratorio di Geomorfologia Marina (b)	8	Geo/04	Aff/Int	2
Geofisica ambientale (b)	4	Geo/11	Aff/Int	2
A scelta dello studente	16			1/2
Prova finale	30			2

Tirocinio	2			2
	120			

ORIENTAMENTO DI GEOLOGIA GENERALE-GEODINAMICA

L'orientamento *di Geologia generale-Geodinamica* fornirà competenze specialistiche in ambito geologico-strutturale e stratigrafico, 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. Sarà analizzata in dettaglio sia l'evoluzione geologica passata dei margini di placca, con esempi regionali, sia i processi attivi e i relativi metodi di studio per la valutazione della pericolosità e del rischio. Sono previsti insegnamenti a libera scelta allo scopo di acquisire competenze specifiche nell'ambito dello studio dei processi tettonici, vulcanici e sedimentari, nonché nella loro rappresentazione e modellazione con tecniche numeriche. Particolare enfasi verrà data alle tecniche per la valutazione della pericolosità e del rischio vulcanico e sismico e alle problematiche connesse alle zone litorali e fluviali, attraverso un approccio multidisciplinare, basato anche su moderne tecniche per la raccolta dei dati di terreno. E' prevista la realizzazione di un elaborato di tesi per la prova finale su tematiche geologiche connesse agli obiettivi sopra menzionati, con possibilità di raccolta dei dati in Italia o all'estero.

Tale orientamento prevede i seguenti insegnamenti, che danno luogo a 12 esami.

Tra gli insegnamenti caratterizzanti è prevista la possibilità di scelta di un insegnamento tra i tre contraddistinti dalla lettera (a), di due insegnamenti contraddistinti dalla lettera (b) e di un insegnamento tra i due contraddistinti dalla lettera (c):

Tra gli insegnamenti affini ed integrativi, è prevista la scelta di due tra gli insegnamenti indicati nella seguente tabella dalla lettera (d) (per un totale di 2 esami e 8 cfu):

Orientamento di Geologia generale-geodinamica

Insegnamento	CFU	SSD	Tipologia attività	Anno di corso
Geologia dei bacini sedimentari	8	Geo/02	Carat	1
Geodinamica e Geologia strutturale	8	Geo/03	Carat	1
Tettonica attiva e vulcanotettonica (a)	8	Geo/03	Carat	1
Geologia del vulcanico (a)	8	Geo/03	Carat	1
Geologia stratigrafica e regionale (a)	8	Geo/02	Carat	1
Idrogeologia generale (b)	8	Geo/05	Carat	1
Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti (b)	8	Geo/05	Carat	1
Metodi di indagine geologico-tecnica (b)	8	Geo/05	Carat	1
Prospezioni geofisiche	8	Geo/11	Carat	1
Chimica Fisica	4	Chim/02	Aff/Int	1
Geomorfologia avanzata (d)	4	Geo/04	Aff/Int	1
Metodologie avanzate di analisi mineralogica (d)	4	Geo/09	Aff/Int	1
Valutazione dei rischi geologici (d)	4	Geo/05	Aff/Int	1
Applicazioni GIS avanzate (d)	4	Geo/05	Aff/Int	2
Geocronologia e Archeometria (c)	8	Geo/08	Carat	2
Introduzione alla meccanica del continuo	4	Fis/01	Aff/Int	2
Sedimentologia applicata (d)	4	Geo/02	Aff/Int	2
Modellazione geologica 3D (d)	4	Geo/03	Aff/Int	2
Laboratorio di geomorfologia marina (d)	8	Geo/04	Aff/Int	2
Petrologia (c)	8	Geo/07	Carat	2

Insegnamento	CFU	SSD	Tipologia attività	Anno di corso
A scelta dello studente	16			1/2
Prova finale	30			2
Tirocinio	2			2
	120			

Note riguardanti le attività formative a scelta dello studente

Lo studente potrà scegliere 16 CFU relativi alle attività formative a scelta (art. 10, comma 5, lettera a) tra tutte le attività formative offerte nei differenti Corsi di Laurea Magistrale dell'Ateneo.

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.

Forme didattiche

Le attività didattiche consistono in lezioni frontali, esercitazioni, laboratori e attività svolte direttamente sul terreno. L'acquisizione delle competenze e della professionalità da parte degli studenti viene valutata 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:

- 8 ore di lezioni frontali in aula + 17 ore di studio personale;
- 12 ore di esercitazioni + 13 ore di studio personale;
- 16 ore di laboratorio + 9 ore di studio personale/riordino dei dati;
- 3 giorni di attività di terreno, comprendenti un primo riordino dei dati raccolti.
- 2 giorni di attività di terreno, nel caso in cui sia richiesta una dettagliata relazione sul lavoro svolto (es.: Laboratorio di Geologia strutturale).

Nella seguente tabella sono riportati tutti gli insegnamenti e la loro eventuale suddivisione in moduli.

A: Orientamento Geologia Applicata

B: Orientamento Geologia Marina

C: Orientamento Geologia Generale-Geodinamica

Percorso	Cod.	Insegnamento	Insegnamento CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
ABC	1	Geologia dei bacini sedimentari	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	Geologia dei bacini sedimentari	8	1
ABC	2	Geodinamica e Geologia strutturale	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	Geodinamica e Geologia strutturale	8	1
A	3	Idrogeologia Generale	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	Idrogeologia Generale	8	1
A	4	Georisorse minerarie e lapidei	8	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	GEO/09	Georisorse minerarie e lapidei	8	2

Percorso	Cod.	Insegnamento	Insegnamento CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
ABC	5	Prospezioni geofisiche	8	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/11	Prospezioni geofisiche	8	1
A	6	Metodi di indagine geologico-tecnica	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	Metodi di indagine geologico-tecnica	8	1
ABC	7	Geomorfologia applicata e stabilità versanti	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	Geomorfologia applicata e stabilità versanti	8	1
A	8	Valutazione dei rischi geologici	4	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	Valutazione dei rischi geologici	4	1
A	9	Laboratorio di modellistica applicata	4	Affini ed integrative		GEO/05	Laboratorio di modellistica applicata	4	2
AC	10	Statistica	4	Affini ed integrative		MAT/06	Statistica	4	1
A	11	Introduzione alla Meccanica del continuo	4	Affini ed integrative		FIS/01	Introduzione alla Meccanica del continuo	4	2
BC	12	Geocronologia e Archeometria	8	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	GEO/08	Geocronologia	4	2
					Discipline mineralogiche, petrografiche e geochimiche	GEO/08	Archeometria	4	2
B	13	Applicazioni di Geobiologia	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/01	Paleoecologia dei sistemi bentonici	4	1
					Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/01	Paleoecologia dei sistemi planctonici	4	1
B	14	Geomorfologia Marina	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/04	Sistemi costieri	4	1
					Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/04	Sistemi profondi	4	1
B	15	Laboratorio di Geomorfologia Marina	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/04	Laboratorio in mare	4	2
					Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/04	Laboratorio di Geologia Marina	4	2
B	16	Laboratorio di Geobiologia 1	8	Affini ed integrative		GEO/01	Laboratorio di Geobiologia 1	8	2
C	17	Tettonica attiva e vulcanotettonica	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	Tettonica attiva e vulcanotettonica	8	1
B	18	Analisi e gestione delle biocenosi acquatiche	4	Affini ed integrative		BIO/07	Analisi e gestione delle biocenosi acquatiche	4	1
B	19	Ecologia quantitativa	4	Affini ed integrative		BIO/07	Ecologia quantitativa	4	
C	20	Geologia del vulcanico	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	Geologia del vulcanico	8	1
C	21	Geologia stratigrafica e regionale	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	Geologia stratigrafica e regionale	8	1
C	22	Petrologia	8	Caratterizzanti	Discipline	GEO/07	Petrologia	8	2

Percorso	Cod.	Insegnamento	Insegnamento CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
					mineralogiche, petrografiche e geochimiche				
C	23	Chimica Fisica	4	Affini ed integrative		CHIM/02	Chimica Fisica	4	1
C	24	Paleoclimatologia	4	Affini ed integrative		GEO/01	Paleoclimatologia	4	2
C	25	Sedimentologia applicata	4	Affini ed integrative		GEO/02	Sedimentologia applicata	4	2
C	26	Modellazione geologica 3D	4	Affini ed integrative		GEO/03	Modellazione geologica 3D	4	2
C	27	Geomorfologia avanzata	4	Affini ed integrative		GEO/04	Geomorfologia avanzata	4	1
C	28	Applicazioni GIS avanzate	4	Affini ed integrative		GEO/05	Applicazioni GIS avanzate	4	2
C	29	Trattamento e consolidamento terre e rocce	4	Affini ed integrative		GEO/05	Trattamento e consolidamento terre e rocce	4	2
C	30	Scavi in superficie e in sotterraneo	4	Affini ed integrative		GEO/05	Scavi in superficie e in sotterraneo	4	2
C	31	Metodologie avanzate di analisi mineralogica	4	Affini ed integrative		GEO/09	Metodi avanzati di analisi mineralogica	4	2
C	31	Geofisica ambientale	4	Affini ed integrative		GEO/11	Geofisica ambientale	4	2
C	32	Laboratorio di Geofisica applicata	4	Affini ed integrative		GEO/11	Laboratorio di Geofisica applicata	4	2

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, intermedio o una prova finale scritta/orale 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 che danno luogo ad un giudizio di idoneità senza votazione (Laboratorio di Geologia strutturale) 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 obbligatoria formalmente, 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.

Allo studente viene automaticamente attribuito un piano di studio all'atto dell'iscrizione al primo anno, 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 dalla Facoltà.

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 d'Ateneo per gli studenti.

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.

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.

Nel caso in cui gli studenti partecipino a periodi di studio all'estero nell'ambito di progetti di interscambio (es.: Erasmus), dovranno fornire adeguata documentazione per il riconoscimento delle attività effettuate secondo le norme del Regolamento Didattico d'Ateneo (RAD).

Il Consiglio di Coordinamento Didattico del Corso istituirà un'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 (non meno di 5 per ogni A.A.). Eventuali appelli straordinari possono essere chiesti da studenti fuori corso con motivate ragioni.

Le informazioni relative al calendario degli esami e agli orari delle lezioni saranno disponibili al sito www.geo.unimib.it.

Prova finale: caratteristiche, contenuti e modalità di svolgimento, termini e modalità di attribuzione dell'argomento, composizione e funzionamento delle commissioni.

Per essere ammesso alla prova finale, lo studente deve aver conseguito i crediti relativi alle attività previste dal presente 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.

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 uno o più docenti appartenenti al Corso di Laurea, ai quali si potranno affiancare correlatori esterni.

La prova finale consiste nella presentazione e discussione della tesi in seduta pubblica davanti ad una commissione di docenti.

La domanda di tesi deve essere presentata entro il 30 novembre del II anno di studio. La domanda dovrà contenere il piano di studi e una breve descrizione delle attività in oggetto,

controfirmate dallo studente e dai supervisor 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, possibilmente in lingua inglese. Dovrà comunque essere preparato un riassunto esteso dell'elaborato in lingua inglese (almeno 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. Verrà attribuita 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, considerando anche la loro possibile pubblicazione su riviste nazionali o internazionali.

Criteri per il riconoscimento dei crediti acquisiti tramite altre attività formative: in altri Corsi di Studio dell'Ateneo, in altri Atenei, italiani o stranieri, crediti derivanti da periodi di studio effettuati all' estero, conoscenze e abilità professionali.

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 e Tecnologie Geologiche su proposta della Commissione Piani di Studio da esso nominata.

Secondo quanto previsto dall'articolo 5, comma 7 del decreto ministeriale 22 ottobre 2004, n. 270, le conoscenze e le abilità professionali certificate individualmente, nonché le altre conoscenze e abilità maturate in attività pregresse possono essere riconosciute per un massimo di 30 CFU. Tale riconoscimento è soggetto all'approvazione del CCD di Scienze e Tecnologie Geologiche su proposta della Commissione Piani di Studio da esso nominata.

Informazioni di dettaglio sono reperibili sul sito della didattica del Corso di Laurea Scienze e Tecnologie Geologiche

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

I docenti che svolgono attività formative afferiscono per lo più al Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie, presso il quale vengono svolte attività di ricerca in vari campi delle Scienze della Terra e nelle sue applicazioni soprattutto nei seguenti ambiti:

- Paleontologia: Paleontologia e paleoecologia, Geologia marina;
- 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
- Geologia applicata: geotecnica, geomeccanica, geomorfologia quantitativa, idrogeologia, telerilevamento e fotointerpretazione, valutazione della pericolosità e del rischio;
- Mineralogia: mineralogia generale, studi delle gemme e dei preziosi, mineralogia delle argille
- Petrografia: petrologia del magmatico e del metamorfico,
- Geochimica: geochimica isotopica, geochimica ambientale, geocronologia, archeometria
- Giacimenti minerali: valutazione delle materie prime, pietre ornamentali, materiali lapidei.

Docenti del corso di studio e Settori Scientifici Disciplinari di riferimento

SSD	Docente	Insegnamento
GEO/01	Cesare Corselli	Paleoecologia e paleobiologia Geomorfologia marina
GEO/01	Daniela Basso	Applicazioni di Geobiologia Laboratorio di Geobiologia 1
GEO/01	Elisa Malinverno	Paleoclimatologia Applicazioni di Geobiologia Laboratorio di Geobiologia 1
GEO/02	Eduardo Garzanti	Geologia dei bacini sedimentari Geologia stratigrafica e regionale
GEO/02	Giovanni Vezzoli	Sedimentologia applicata
GEO/02	Marco Malusà	Geologia dei bacini sedimentari Geologia stratigrafica e regionale
GEO/03	Andrea Zanchi	Geodinamica e geologia strutturale
GEO/03	Alessandro Tibaldi	Tettonica attiva e vulcanotettonica
GEO/03	Andrea Bistacchi	Modellazione geologica 3D
GEO/04	Francesco Brardinoni	Geomorfologia avanzata
GEO/04	Alessandra Savini	Geomorfologia marina Laboratorio di Geomorfologia marina
GEO/05	Giovanni Battista Crosta	Idrogeologia generale Idrogeologia applicata e dei contaminanti Laboratorio di modellistica applicata Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti
GEO/05	Paolo Frattini	Idrogeologia generale Idrogeologia applicata e dei contaminanti Valutazione dei rischi geologici Laboratorio di modellistica applicata Applicazioni GIS avanzate
GEO/05	Federico Agliardi	Metodi di indagine geologico-tecnica Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti Laboratorio di modellistica applicata
GEO/06	Anna Brajkovic	Metodologie avanzate di analisi mineralogica
GEO/07	Annalisa Tunesi	Petrologia
GEO/08	Igor Villa	Geocronologia
GEO/09	Franco Rodeghiero	Georisorse minerarie e lapidei
GEO/09	Alessandro Cavallo	Georisorse minerarie e lapidei
GEO/09	GianCarlo Capitani	Metodologie avanzate di analisi mineralogica
MAT/06	GianMario Tessitore	Statistica
FIS/01	Marcello Campione	Introduzione alla Meccanica del continuo
CHIM/02	Claudio Mari	Chimica Fisica

Altre informazioni

Sede del Corso: Edificio U4, Piazza della Scienza 4, 20126 – Milano, presso il Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Coordinatore del Corso: Prof. Andrea Zanchi (andrea.zanchi@unimib.it; 0264482028)

Altri docenti di riferimento:

- Percorso di Geologia applicata:
Prof. Giovanni Battista Crosta (Tel. 02-64482029, giovannibattista.crosta@unimib.it);
- Percorso di Geologia marina:
Prof. Cesare Corselli (Tel. 02-64482081, cesare.corselli@unimib.it);
- Percorso Geologia generale-Geodinamica:
Prof. Eduardo Garzanti (Tel. 02-64482088, eduardo.garzanti@unimib.it)

Segreteria didattica, Sig.ra Angela Sanna: 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: www.geo.unimib.it

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.

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Geologia dei bacini sedimentari (8 cfu)

(Geology of Sedimentary Basins)

Prof. EDUARDO GARZANTI eduardo.garzanti@unimib.it

Prof. MARCO MALUSA' marco.malusa@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Meccanismi di subsidenza. Classificazione dei bacini sedimentari. Principi di stratigrafia sismica e sequenziale.

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. 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; esempi dalla California e dal Medio Oriente.

Le esercitazioni saranno dedicate all'interpretazione geologica di linee sismiche a riflessione attraverso diversi tipi di bacini sedimentari, con particolare riguardo a margini continentali passivi e attivi.

Geodinamica e geologia strutturale

(Geodynamics and structural geology)

Prof. ANDREA ZANCHI andrea.zanchi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso comprende 48 ore di lezioni frontali, 16 ore di laboratorio e 24 ore di attività di terreno (3 giorni).

Scopo del corso è di introdurre gli studenti alla Tettonica delle placche attraverso un approccio di tipo geologico-strutturale, basato sulla conoscenza delle regole fondamentali che guidano la deformazione della litosfera e lo studio delle associazioni strutturali che caratterizzano i principali ambienti deformativi presenti nella stessa. Le lezioni frontali avranno come argomento i principi generali della geologia strutturale, seguiti dall'analisi dei differenti contesti geodinamici e delle principali strutture connesse, con particolare riferimento ai margini attivi e alle catene orogeniche. Le lezioni affronteranno numerosi esempi di casi di studio reali riferiti principalmente alla catena alpino-himalayana e all'area mediterranea.

Principali argomenti del corso: la risposta alla deformazione dei materiali rocciosi: deformazione elastica, comportamento fragile e duttile, meccanismi deformativi e strutture associate; reologia della litosfera e dell'astenosfera.

Cinematica delle placche; frammentazione dei continenti e processi di oceanizzazione; dorsali e trasformi oceaniche, struttura dei margini attivi, zone di subduzione e prismi d'accrescimento; margini collisionali ed effetti della collisione continentale, trasformi intracontinentali.

Le esercitazioni verteranno sulla costruzione di sezioni geologiche complesse con tecniche geometriche e sul loro bilanciamento con il software 2D MOVE e sull'utilizzo avanzato delle proiezioni stereografiche.

Il laboratorio di terreno avrà come argomento l'analisi meso- e macroscopica di strutture geologiche d'importanza regionale in aree opportunamente scelte della catena alpina. L'esame orale verte sugli argomenti trattati nelle lezioni e nelle esercitazioni e sulla discussione di una relazione relativa all'attività di terreno.

Prerequisiti: conoscenza di base della geologia strutturale e delle principali strutture derivanti dalla deformazione dei materiali rocciosi, conoscenza delle proiezioni stereografiche.

Testi consigliati:

- Blenkinsop T., 2002. Deformation Microstructures and Mechanisms in Minerals and Rocks. Kluwer Academic Publishers.
- Kearey Ph. & Vine F.J., 1998. Tettonica globale. Zanichelli Editore, Bologna
- Twiss R.J. & Moores E. M., 2007. Structural Geology, W.H. Freeman and Company, New York.
- Articoli forniti dal docente

Altri testi per consultazione :

- Boillot G. and Coulon C., 1998. La déchirure continentale et l'ouverture océanique. Geologie des marges passives. Gordon and Breach Science Publishers.
- Jolivet L. & Nataf H.G., 2003. Géodynamique. Dunod. Parigi
- Hancock P.L., 1996 Continental Deformation. Pergamon Press
- Passchier, C. W. & Trouw, R. A. J. 1996. Microtectonics Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Pollard D.D. & Fletcher R. 2007. Fundamentals of Structural Geology. Cambridge University Press.
- Powell D., 1992. Interpretation of geological structures through maps. Longman group U.K.
- Ramsay, J.G. & Huber M.I., 1987. The techniques of modern structural geology. 2: Folds and Fractures. Academic Press, London, pp. 309-700.

Idrogeologia generale (8 cfu)

(Hydrogeology and applied hydrogeology)

Prof. GIOVANNI CROSTA giovannibattista.crosta@unimib.it

Prof. PAOLO FRATTINI paolo.frattini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

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.

Programma:

Teoria: 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.

Esercitazioni di laboratorio: costruzione di reti di flusso; soluzioni semplici del flusso idrico sotterraneo; interpretazione di test in pozzo.

Teoria: 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 di laboratorio: progettazione di attività di bonifica di siti contaminati.

Prospezioni geofisiche (8 cfu) (*Geophysical Prospecting*)

Il corso si propone di introdurre gli studenti alla comprensione teorica e pratica delle tecniche di esplorazione geofisica, con particolare riguardo ai metodi sismici ed elettrici. I temi affrontati saranno: Introduzione all'analisi del segnale geofisico. Introduzione alla fisica dei metodi di esplorazione. Introduzione all'inversione di dati geofisici. Introduzione al processing sismico. Propagazione delle onde sismiche. Generalità sui metodi sismici. Metodo di sismica a rifrazione. Metodo di sismica a riflessione. Tomografia sismica. Teoria dei metodi di resistività in corrente continua. Sondaggi elettrici verticali, profili di resistività e tomografia elettrica. Inversione dati geoelettrici ed interpretazione. Cenni sui metodi gravimetrici, geomagnetici ed elettromagnetici e radar. 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.

Esercitazioni e uscite didattiche: sono previste esercitazioni di campagna di sismica a rifrazione e di sondaggi geoelettrici verticali, seguite da sessioni di laboratorio per l'interpretazione dei dati raccolti. Verrà dato particolare risalto alla descrizione delle potenzialità e limitazioni di ciascun metodo.

Testo consigliato:

Kearey, P., M. Brooks, I. Hill. An Introduction to geophysical Exploration. Blackwell Pub., ISBN 0-632-04929-4.

Metodi di indagine geologico-tecnica (8 cfu)

(*Engineering geological survey*)

Prof. FEDERICO AGLIARDI federico.agliardi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Il corso ha lo scopo di fornire una conoscenza approfondita sulla raccolta, rappresentazione e analisi di dati di campagna finalizzati alla caratterizzazione e classificazione dei geomateriali (terreni e rocce) e dei loro parametri fisico-meccanici.

Programma:

Teoria: pianificazione e norme tecniche per le indagini sui terreni e le rocce. Rappresentazione dei dati geologico-tecnici. Strategie di campionamento. Contributo dei dati geologico-tecnici alla realizzazione di modelli geologici e geotecnici concettuali e numerici.

Rilevamento geologico-tecnico di superficie. Descrizione, caratterizzazione e classificazione tecnica dei terreni sciolti (es. USCS, AASHTO, AGI, etc.), esecuzione di semplici prove di identificazione in sito. Caratterizzazione geologico-tecnica di ammassi rocciosi tramite rilievi geomeccanici e utilizzo di classificazioni geomeccaniche (es. RSR, RMR, SMR, Q-System, GSI). Caratterizzazione di ammassi rocciosi deboli e/o strutturalmente complessi. Tecniche di proiezione stereografica: individuazione famiglie di discontinuità, proiezioni emisferiche inclinate e loro uso a fini geologico tecnici e geomeccanici, rotazione di piani.

Indagini geognostiche e prove in sito. Perforazioni per indagini geognostiche: attrezzature e modalità esecutive. Prelievo e conservazione di campioni in fori di sondaggio. Ricostruzione della stratigrafia. Esecuzione di log di foro. Prove penetrometriche dinamiche e statiche. Prove di permeabilità in foro. Altri tipi di prove in sito: prove scissometriche, dilatometriche, pressiometriche. Prove di carico su piastra. Ricostruzione di sezioni geologico-tecniche.

Esempi di applicazioni di rilievo geologico-tecnico.

Esercitazioni in laboratorio: tecniche di classificazione geologico tecnica; proiezioni stereografiche.

Uscite in campagna: descrizione terreni e rocce, indagini in foro.

Geomorfologia applicata e stabilità dei versanti (8 cfu)

(Applied geomorphology and slope stability)

Prof. GIOVANNI CROSTA giovannibattista.crosta@unimib.it

Prof. FEDERICO AGLIARDI federico.agliardi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire una visione completa dei problemi riguardanti le problematiche dell'evoluzione dei pendii, naturali e artificiali, nonché gli strumenti per l'analisi e la verifica delle condizioni di stabilità.

Programma:

Cenni su alterazione chimica e fisica, fattori che influenzano l'alterazione. Processi di alterazione. Processi di alterazione chimica e fisica. Il sistema versante. Erosione e erosione lungo versanti. Erosività e erodibilità. Il metodo USLE. Fattori di controllo dell'erosione e loro quantificazione. Ruscigliamento e erosione lungo versanti. Ciclo ideologico dei versanti. Cenni a acque processi meteorici, acque superficiali e acque sotterranee. Cenni al ruolo della vegetazione per l'intercettazione delle precipitazioni. Classificazione delle frane. Metodi di indagine finalizzati. Richiami alle proprietà di terreni e rocce rilevanti ai problemi di stabilità. Metodi di analisi della stabilità: equilibrio limite, metodi numerici. Fenomeni a elevato espansione. Approcci alla stabilizzazione. Tecniche di monitoraggio e utilizzo dati.

Esercitazioni: impiego di codici per esecuzione di verifiche di stabilità.

Valutazione dei rischi geologici (4 cfu)

(Assessment of geological risks)

Prof. PAOLO FRATTINI paolo.frattini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente i principi di base e le principali metodologie per l'analisi e la valutazione dei rischi geologico-ambientali, sia naturali sia indotti dall'Uomo.

Programma:

Pericoli naturali (geologici): movimenti del suolo (frane, subsidenza); valanghe; erosione del suolo e delle coste; alluvioni; attività sismica; attività vulcanica; tsunami.

Pericoli indotti dall'attività antropica: movimenti del suolo (rottture di pendio, accumulo di materiali, scavi in superficie e in sotterraneo, subsidenza accelerata); fenomeni di contaminazione.

Definizione dei parametri di rischio: intensità, pericolosità, elementi a rischio, vulnerabilità, valore degli elementi a rischio, rischio specifico, rischio totale. Rischio accettabile.

Criteri e strategie per la valutazione del rischio: modelli empirici, statistici, matematici.

Criteri e strategie per la mitigazione del rischio: previsione, prevenzione, pianificazione territoriale, ricostruzione e bonifica.

Criteri generali e tecniche per il monitoraggio.

Statistica (4cfu)

(Statistical Methods)

Prof. GIANMARIO TESSITORE gianmario.tessitore@unimib.it

Dipartimento di Scienze Ambientali

Piazza della Scienza, 1

Statistica descrittiva. Frequenze, indici di posizione e dispersione. Correlazione e regressione lineare. Definizione di probabilità. Calcolo combinatorio. Probabilità condizionata ed indipendenza. Variabili aleatorie, media, varianza. I processi di Bernoulli e di Poisson. La distribuzione uniforme, esponenziale, normale. La legge dei grandi numeri ed il teorema del limite centrale. Statistica inferenziale. Campionamento. Stima di parametri e intervalli di confidenza. Test d'ipotesi.

Esercitazioni sulle varie parti del programma, sia nei suoi aspetti teorici che pratici.

Testi consigliati: verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

Applicazioni di Geobiologia (8 cfu)

(Geobiology)

Prof. DANIELA BASSO daniela.basso@unimib.it

Prof. ELISA MALINVERNO elisa.malinverno@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso è strutturato in due moduli:

Paleoecologia dei sistemi bentonici (*Benthic paleoecology*)

Prof. Daniela Basso (4 cfu)

Il benthos nella geologia storica. La comparsa della calcificazione organica e i processi di biomineralizzazione. 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. Paleoecologia marina applicata: principi, finalità e metodi.

Paleoecologia dei sistemi planctonici (*Plankton paleoecology*)

Prof. Elisa Malinverno (4 cfu)

Il plankton marino. Elementi di tassonomia per il riconoscimento dei principali gruppi fitoplanctonici e zooplanctonici (nannofossili calcarei, diatomee, silicoflagellati, dinoflagellati, foraminiferi planctonici, radiolari), caratteristiche ecologiche ed applicazioni in paleoceanografia. Biostratigrafia: basi ed esempi da successioni stratigrafiche italiane Ecobiostratigrafia: concetti ed esempi.

Testi consigliati: verranno indicati dai docenti all'inizio del corso.

Geomorfologia marina (8cfu)

(*Marine geomorphology*)

Prof. CESARE CORSELLI cesare.corselli@unimib.it

Prof. ALESSANDRA SAVINI alessandra.savini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso si articola in due moduli:

Geologia marina dei sistemi costieri (*Coastal marine geology*)

Prof. Cesare Corselli (4 cfu)

L'interazione terra-mare: analisi e problematiche legate ad una gestione integrata della zona costiera. Le componenti del sistema: meteo-marina, morfologica, geologica, antropica. Il protocollo di Madrid sull'ICZM: analisi dettagliata e aspetti particolari: spiagge, porti, approdi, aree marine protette, posa di condotte e cavi. Analisi di impatto ambientale e opere di bonifica sulla piattaforma continentale.

Approfondimento sullo stato delle coste italiane e mediterranee.

Geologia marina dei sistemi profondi (*Deep water marine geology*)

Prof. Alessandra Savini (4 cfu)

Margini continentali: interazione fra geosfera, idrosfera e biosfera. Evoluzione quaternaria climatica e sedimentaria dei margini continentali europei. I canyon sottomarini, morfologie e geni. Processi sedimentari lungo i margini continentali (sedimentazione pelagica, processi di risedimentazione episodici, correnti di fondo semi-permanenti). Frane sottomarine: classificazione e terminologie in ambiente marino, evoluzione e meccanismi d'innescio. Correnti di torbida. Correnti di fondo e relativi depositi sedimentari (morfologie e geometrie dei depositi e relativo significato paleoceanografico). La circolazione termoalina. I sistemi deposizionali in ambiente profondo (elementi morfologici).

I gas nei sedimenti marini: identificazione attraverso *survey* geofisici (*geophysical signatures*). Formazione di gas nei sedimenti marini e morfologie risultanti (i.e.: vulcani di fango e *pockmarks*). Interazioni con la biosfera (*Hydrothermal vents* e *cold seeps*), effetti legati ai cambiamenti climatici. La biodiversità lungo i margini continentali e gli ecosistemi profondi. I coralli di acque fredde, i mound carbonatici e i vulcani sottomarini.

Testi consigliati: verranno indicati dai docenti all'inizio del corso.

Laboratorio di Geomorfologia Marina (8 cfu)

(*Marine geomorphology lab*)

Prof. ALESSANDRA SAVINI alessandra.savini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Acquisizione di dati elettromagnetici, acustici e sismici a bordo di una nave oceanografica (4cfu). Elaborazione ed analisi di dati elettromagnetici acquisiti in ambiente costiero e loro interpretazione (foto aeree, immagini da satellite, dati multispettrali).

Elaborazione ed analisi di dati acustici acquisiti tramite ecoscandagli singolo fascio e multi fascio, e loro interpretazione.

Elaborazione ed analisi di dati acustici acquisiti tramite sonar a scansione laterale e loro interpretazione e classificazione (analisi tessiturale).

Elaborazione ed analisi di dati acustici acquisiti tramite sub bottom profiler, chirp, sparker e loro interpretazione (cenni di stratigrafia sismica).

Elaborazione ed analisi di profili nella colonna d'acqua (temperatura, conducibilità, pressione) e loro interpretazione.

Mappatura delle principali biocenosi bentoniche e loro caratterizzazione morfologica e fisiografica.

Produzione di cartografie tematiche e la realizzazione di sistemi informativi territoriali in ambiente marino.

Testi consigliati: verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

Analisi e gestione delle biocenosi acquatiche (4 cfu)

(*Analysis and management of aquatic biocoenoses*)

Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze

Natura e distribuzione degli organismi marini, habitat e produttività.

Il sistema planctonico nelle acque superficiali. Il bentos della piattaforma continentale e dei sedimenti litorali. Acquitrini salmastri, paludi e mangrovie e praterie sommerse. Coste rocciose e foreste algali. Le barriere coralline. Sistemi pelagici e bentonici del mare profondo. Pesci e altri organismi nectonici. Ecologia dei cicli biologici. Speciazione e biogeografia. L'ecosistema marino inteso come un complesso funzionale. Sfruttamento ed influenza della specie umana.

Ecologia quantitativa (4 cfu)

(*Quantitative ecology*)

Prof. ROBERTO AMBROSINI roberto.ambrosini@unimib.it

Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze

Il Corso si ripropone di mostrare agli studenti come l'utilizzo di modelli, consentendo di individuare le leggi che governano i processi ecologici, abbia contribuito in modo decisivo allo sviluppo della ricerca ecologica.

Campioni e metodi di campionamento in ecologia

Campionamento casuale semplice con e senza ripetizione. Campionamento stratificato e a due stadi. Stima per quoziente e per regressione. Stima del numero di individui in una popolazione e di un intervallo di confidenza di tale stima tramite: metodo di cattura, marcatura e ricattura, transetti, indici di abbondanza, metodi basati sullo sforzo di caccia

Modelli di crescita delle popolazioni

Life tables, curve di sopravvivenza, grafi di vita, matrici di Leslie e di Lefkovich. Tasso intrinseco di accrescimento Modelli continui e discreti di crescita delle popolazioni: modelli malthusiano, logistico, di Beverton-Holt e di Ricker.

Competizione e cooperazione

Equazioni di Lotka-Volterra e modelli di competizione interspecifica. Modelli di dinamica di popolazioni in caso di predazione, e di cooperazione.

Testi consigliati:

materiale didattico fornito dal docente. Per approfondimenti:

Sutherland WJ, Ecological census Techniques Cambridge University Press

Smith TM & Smith RL, Elementi di ecologia (6^a ed.) Pearson

Tettonica attiva e vulcanotettonica (8 cfu)

(Active tectonics and volcanotectonics)

Prof.. ALESSANDRO TIBALDI alessandro.tibaldi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento: Fornire metodi di indagine geologico-strutturale per il riconoscimento delle deformazioni tettoniche recenti e attive e per l'analisi delle strutture in aree vulcaniche.

Programma: il corso è diviso in due moduli:

Tettonica attiva: elementi di base della geologia dei terremoti; strutture geologicamente attive, sismogenetiche e faglie "capaci"; aspetti geologico strutturali e morfostrutturali per riconoscere le faglie e le pieghe attive; misurazione delle dislocazioni lungo faglie attive; ricostruzione dei tassi di dislocazione; relazioni tra lunghezza di rottura superficiale, magnitudo, dislocazione; influenza della topografia sulle dislocazioni; misure di orientazione degli sforzi con popolazioni di faglie e strumenti in-situ; tecniche paleosismologiche; correlazione tra strutture tettoniche attive e terremoti; i meccanismi focali; contributo per la valutazione della pericolosità geologica; esempi di studio.

Vulcanotettonica: le tipologie di deformazioni connesse alle aree vulcaniche; le principali strutture delle caldere; la risorgenza calderica; collassi laterali di settore e del fianco dei vulcani; le strutture degli stratovulcani, vulcani a scudo, duomi e coni piroclastici; 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; relazioni tra assetto strutturale e alimentazione magmatica; dicchi, sill, cone sheet e ring dykes; contributo per la valutazione della pericolosità geologica; esempi di studio.

Testi consigliati:

Appunti e dispense del corso.

Per approfondimenti:

McCalpin, J.P. (Ed.), 1996. Paleoseismology. Academic Press, San Diego, p. 583.

Volcanology, 2000. Alexander R. McBirney, Jacques-Marie Bardintzeff, Jones & Bartlett Publishers, 2nd edition.

Geologia del vulcanico (8 cfu)

(*Volcano Geology*)

Prof. GIANLUCA GROPELLI

gianluca.groppelli@unimi.it

Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali - CNR

Il Corso si articola in tre parti.

1) accenni di vulcanologia: i vulcani e i loro prodotti, sistematica 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 e studio, stratigrafia, U.B.S.U. Descrizione regionale ed analisi della genesi ed evoluzione del vulcanismo in differenti regimi geodinamici; la valutazione della pericolosità in ambiente vulcanico.

3) campagna in aree vulcaniche con esercizi di rilevamento geologico e principali esempi di quanto discusso a lezione.

Testi consigliati: appunti e lucidi di lezione; articoli scientifici, H.U. Schmincke, *Volcanism*.

Geologia Stratigrafica e Regionale (8 cfu)

(*Advanced Stratigraphy and Regional Geology*)

Prof. MARCO MALUSA' marco.malusa@unimib.it

Prof. EDUARDO GARZANTI eduardo.garzanti@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Geologia Stratigrafica: Stratigrafia dinamica e sequenziale. Diagrammi geohistory e 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.

Geologia Regionale: Geologia ed evoluzione geodinamica della catena alpina. Principali domini paleogeografici e relative successioni stratigrafiche. Distribuzione del metamorfismo. Interpretazioni autoctoniste, concezioni faldistiche e avvento dei modelli di tettonica globale. Moderne interpretazioni tettoniche, vincoli geofisici e geologici di superficie. Esumazione della catena alpina e vincoli stratigrafici nei bacini sedimentari associati. Il sistema Alpi-Appennini nel quadro dell'evoluzione dell'area Mediterranea.

Sul terreno: Campagna Geologica plurigiornaliera nel sistema Alpi-Appennino.

Testi di riferimento:

Guide Geologiche Regionali, B.E.M.A. Editrice, Volume 1: *Alpi e Prealpi Lombarde* (Cita M.B., Gelati R. & Gregnanin A., 1991); Volume 2 : *Alpi Liguri* (Vanossi M., 1991); Volume 6: *Appennino ligure-emiliano* (Zanzucchi G., ed., 1994).

Miall A.D., 1997, *The geology of stratigraphic sequences*, Springer Verlag.

Wilgus et al., 1988. *Sea-level changes: an integrated approach*. S.E.P.M. Spec. Publ. 42.

Articoli di riferimento (Geologia Stratigrafica) :

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.

Articoli di riferimento (Geologia Regionale) :

Dal Piaz G.B, Dal Piaz G.V., 1981, Sviluppo delle concezioni faldistiche nell'interpretazione tettonica delle Alpi. In: *Cento anni di geologia italiana*, Società Geologica Italiana, p. 41-70.

Dal Piaz G.V., Gosso G., 1981, Le moderne interpretazioni tettoniche delle Alpi. In: *Cento anni di geologia italiana*, Società Geologica Italiana, p. 95-112.

Scrocca D., Dogliani C., Innocenti F., 2003, Vincoli per una interpretazione della geodinamica italiana: una revisione. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, LXII, p. 15-46.

Bernabini M., Nicolich R., Polino R., 2003, Le linee sismiche CROP-ECORS attraverso le Alpi Occidentali. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, LXII, p. 89-96.

Montrasio A. , Nicolich R. , Sciesa E. , 2003, Il profilo CROP Alpi Centrali. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, LXII, p. 96-106.

Chimica Fisica (4 cfu)

(Physical Chemistry)

Prof. CLAUDIO MARIA MARI claudio.mari@unimib.it

Dipartimento di Scienze dei Materiali

Via Cozzi, 53

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire allo studente gli strumenti di base della termodinamica e della cinetica per la comprensione e la modellazione di sistemi e processi chimici

Programma:

descrizione dei sistemi macroscopici. Natura della termodinamica. Rappresentazione termodinamica della realtà fisica. Variazione dello stato di un sistema. Lavoro e calore. Descrizione matematica dei sistemi.

energia e prima legge della termodinamica. Prima legge della termodinamica. La misura del calore come variabile di stato. Entalpia. Capacità termica. Variazioni di entalpia. Termochimica. Variazione di entalpia nelle trasformazioni di fase. Stati di aggregazione della materia.

Entropia, seconda e terza legge della termodinamica. Processi spontanei. Seconda legge della termodinamica. Criterio di spontaneità in termini di entropia. Degenerazione di uno stato

ed entropia. Equazione di Boltzmann. Esempi di processi spontanei: equilibrio termico; equilibrio di fase. Terza legge della termodinamica. Entropia residua. energia libera ed equilibrio. Energia libera di Gibbs ed energia libera di Helmholtz. Criterio di spontaneità in termini di energia libera. Sistemi con un solo componente: l'equilibrio di fase. Sistemi con più componenti: equilibrio di mescolamento; energia libera di gas e soluzioni ideali e reali; stati standard. Potenziale chimico e sua dipendenza dalla composizione. Equilibrio di reazione: la costante di equilibrio; variazioni di energia libera standard; dipendenza di ΔG e K dalla temperatura e dalla pressione. Equilibri chimici in sistemi di interesse biologico: le interazioni idrofobiche. cinetica e meccanismo delle reazioni discontinue. Velocità di reazione. Legge di velocità, costante di velocità ed ordine di reazione. Equazioni cinetiche per reazioni di vario ordine. Determinazione sperimentale dell'ordine di reazione e della velocità di reazione. Stadi elementari e meccanismo di reazione. Relazione tra costante di equilibrio e costante di velocità. Costruzione di un meccanismo di reazione. Dipendenza della costante di velocità di una reazione elementare dalla temperatura; equazione di Arrhenius. Relazione tra costante di velocità ed energia di attivazione. Catalisi enzimatica; derivazione dell'equazione di Michaelis-Menten; inibizione competitiva e non-competitiva; inibizione da substrato. Durante il corso saranno tenute esercitazioni numeriche sugli argomenti svolti a lezione.

Geomorfologia avanzata (4 cfu)

(Advanced Geomorphology)

Prof. FRANCESCO BRARDINONI francesco.brardinoni@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso è destinato agli studenti che hanno già conoscenze di base di geomorfologia. Pertanto è inteso a fornire un trattamento avanzato degli aspetti geomorfologici propri del territorio italiano, in particolare di quello alpino, al duplice scopo di evidenziare i rapporti tra forme e processi nello spazio e nel tempo e di acquisire capacità nel campo del rilevamento geomorfologico di dettaglio.

Programma:

Geomorfologia alpina: rapporti tra evoluzione geologica ed evoluzione del rilievo. Forme tettoniche e forme strutturali. Geomorfologia glaciale e geomorfologia fluviale nel contesto alpino e pedemontano. Il glacialismo alpino dall'ultimo massimo glaciale al presente. L'evoluzione dei versanti nel Quaternario e nell'Olocene.

Rilevamento geomorfologico: principi e metodi. Esercitazioni di rilevamento sul terreno (almeno una settimana, in stagione idonea per le Alpi).

Testi consigliati: verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

2° ANNO

Georisorse minerarie e lapidei - (8 cfu)

(Earth resources: industrial minerals and rocks)

Prof. RODEGHIERO FRANCO franco.rodeghiero@unimib.it

Prof. ALESSANDRO CAVALLO alessandro.cavallo@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Finalità e programma:

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.

Teoria (5 cfu): Principali processi genetici dei giacimenti: processi crostali interni e processi superficiali. Cartografia tematica mineraria e metallogenica. Metodologie di studio e di campionatura dei giacimenti.

Cenni di geologia degli idrocarburi.

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.

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.

Esercitazioni (1 cfu): Nelle esercitazioni di laboratorio: approfondito il riconoscimento pratico di campioni di minerali e di rocce utili su un set più esteso di collezioni didattiche. Osservazioni su provini al microscopio in luce riflessa.

Suddivisione dei giacimenti in blocchi di coltivazione e diagrammi tenori - tonnellaggi - prezzi.

Studio di cartografie tematiche, giacimentologiche e minerarie.

Attività di campo (2 cfu): sono previste esercitazioni fuori sede giornaliere, eventualmente integrate con - o costituite da - un viaggio d'istruzione di alcuni giorni, con visita a località estrattive di particolare significato, sia per minerali industriali che per materiali lapidei, con annessi impianti di lavorazione o trattamento.

Propedeuticità:

Si richiede di aver frequentato il Corso di Georisorse e il Corso Laboratorio di Georisorse.

Testi consigliati: (già adottati per georisorse I)

A. M. Evans, 1993, Ore geology and industrial minerals. An introduction. Blackwell Scient Publ. 3a ed. Oxford

P. Primavori. 1999. Pianeta Pietra Giorgio Zusi Editore, Verona

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

Per approfondimenti.

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° Edizione, 2002. Pitagora Editrice, Bologna

F. Bradley- *L'escavazione del marmo. Manuale tecnico-commerciale*. Promorama, Pisa, 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.

Modalità d'esame: 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.

Introduzione alla Meccanica del continuo (4 cfu)

(Introduction to continuum mechanics)

Prof. MARCELLO CAMPIONE marcello.campione@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso intende fornire le conoscenze di base della meccanica dei continui necessarie per un'adeguata modellazione dei geomateriali (mezzi bifase e trifase). Come tale è da ritenersi propedeutico al corso di Laboratorio di Modellistica.

Il corso si articolerà nei seguenti punti:

- 1) Introduzione: i geomateriali come più continui sovrapposti (solido, liquido e gassoso)
- 2) Definizioni delle grandezze tensoriali relative ad un mezzo continuo: il tetraedro di Cauchy
- 3) Cenni all'algebra tensoriale.
- 4) Continuo solido: equazioni indefinite: i) equilibrio, ii) congruenza, iii) legame costitutivo; analisi dei modelli costitutivi per geomateriali.
- 5) Continuo fluido (e gassoso): equazioni indefinite: i) legge di Darcy, ii) equazione di continuità, (leggi dei gas).
- 6) I geomateriali come mezzo poroso saturo: interazione tra scheletro solido (continuo solido) e fluido interstiziale (continuo liquido): le equazioni del problema geotecnico in quiete, in regime stazionario ed in regime transitorio.
- 7) I geomateriali come mezzo poroso non saturo: interazione dei 3 continui sovrapposti (Formulazione di Biot).
- 8) Problemi accoppiati: effetto della temperatura e delle reazioni chimiche; formulazione di modelli termo-idro-chemo-meccanici; equazioni di trasporto di contaminante reattivo in un mezzo poroso.
- 9) Formulazione di un problema al contorno: dominio, condizioni al contorno e condizioni iniziali; cenni a soluzioni analitiche di problemi semplici
- 10) Intergrazioni approssimata di un problema al contorno mediante il metodo degli elementi finiti e delle differenze finite.
- 11) Cenni alla formulazione dinamica del problema geotecnico (terremoti e liquefazione).

Testi consigliati: verranno indicati all'inizio del corso

Laboratorio di modellistica applicata (4 cfu)

((Numerical Modelling Lab)

Prof. GIOVANNI CROSTA giovannibattista.crosta@unimib.it

Prof. FEDERICO AGLIARDI federico.agliardi@unimib.it

Prof. PAOLO FRATTINI paolo.frattini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso intende fornire delle basi teoriche e pratiche circa la modellazione numerica e l'utilizzo di codici di calcolo ai fini della simulazione di processi di interesse geologico e geologico applicativo. 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.

I contenuti:

Richiami sui metodi numerici a completamento di altri corsi e conoscenze e finalizzati all'impiego

Richiami di Meccanica dei terreni e delle rocce e di idrogeologia utili alla formulazione e risoluzione di problemi con tecniche numeriche

Utilizzo di codici di calcolo agli elementi finiti, differenze finite per il continuo e discontinuo, per la soluzione di problemi di: acque sotterranee (es.: flusso, trasporto contaminanti, etc.), analisi sforzi deformazioni in terreni e rocce, per problemi in superficie (es.: stabilità pendii, rilevati e strutture, cedimenti, scavi, etc.) e in profondità (es.: gallerie, etc.).

Confronto con dati misurati e con soluzioni di altro tipo.

Testi consigliati: verranno indicati all'inizio del corso dal docente.

Esame: Prevalentemente basato sullo svolgimento di un progetto tramite utilizzo di codici di calcolo e successiva presentazione e discussione dello stesso.

Geocronologia e archeometria (8 cfu)

(Geochronology and Archeometry)

Prof. IGOR VILLA igor.villa@unimb.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso verterà sui principali metodi di datazione d'interesse per la ricerca geologica e archeologica.

Geocronologia isotopica: il decadimento radioattivo. L'equazione dell'età. Metodi Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, K-Ar e ³⁹Ar-⁴⁰Ar. Errori casuali e sistematici. Geochimica isotopica di Sr, Nd, Pb. Applicazione della geochimica isotopica agli studi di provenienza di sedimenti e di oggetti archeologici.

Geocronologia del Quaternario: radiocarbonio, serie dell'Uranio, tracce di fissione, termoluminescenza, dendrocronologia. Altri metodi non isotopici di datazione diretta e indiretta.

Frazionamento degli isotopi stabili: deuterio, carbonio, ossigeno, elementi pesanti.

Testi consigliati: G. Faure – Principles of Isotope Geology – Wiley; M. Walker – Quaternary Dating Methods - Wiley.

Laboratorio di Geobiologia 1 (8 cfu)

(Geobiology lab)

Prof. DANIELA BASSO daniela.basso@unimb.it

Prof. ELISA MALINVERNO elisa.malinverno@unimb.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Macrobenthos: Strategie e tecniche di campionamento, tecniche e analisi di laboratorio relative a biocenosi marine e paraliche, tanatocenosi e *fossil assemblages*. Gli effetti dei principali processi biostratinomici sul macrobenthos. Analisi statistica multivariata applicata all'analisi paleoecologica. Esempi di paleoecologia marina applicata.

Microbenthos: analisi di sezioni sottili per l'identificazione delle principali faces ed associazioni bentoniche. Plancton: tecniche di preparazione dei campioni ed analisi delle associazioni planctoniche in campioni d'acqua e di sedimento. trattamento dei dati e interpretazioni paleoecologiche. esercitazioni su casi di studio selezionati.

Testi consigliati: la documentazione verrà fornita dai docenti durante il corso.

Petrologia (8 cfu)

(*Petrology*)

Prof. ANNALISA TUNESI annalisa.tunesi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso si articola in una serie di lezioni teoriche in aula per complessive 48 ore (gli argomenti sono sotto elencati). A conclusione del corso, verrà effettuata una escursione di tre giorni sui basamenti cristallini delle Alpi occidentali.

Il corso approfondisce le tematiche affrontate nel corso di Petrografia. Particolare attenzione viene rivolta allo studio microstrutturale e del comportamento reologico di rocce magmatiche e metamorfiche.

Magmatismo. Fusione parziale nel mantello superiore. Fusione parziale nella crosta continentale. Segregazione e risalita dei magmi. Classificazione delle rocce magmatiche attraverso lo studio dei diagrammi di variazione chimica. Cristallizzazione: rapporti tra nucleazione e crescita. Caratteristiche geochimiche ed isotopiche delle rocce magmatiche come indicatori petrogenetici.

Metamorfismo. Questa parte di corso prosegue lo studio delle rocce metamorfiche al fine di fornire allo studente una base solida per la comprensione delle associazioni di minerali e tessiture delle rocce metamorfiche. Fattori di controllo e meccanismi del metamorfismo. Le reazioni metamorfiche: reazioni di deidratazione e di decarbonatazione. Metamorfismo di rocce ultramafiche. Metamorfismo di rocce carbonatiche. Rappresentazione grafica: costruzione di diagrammi di fase per sistemi multicomponenti. Uso dei geotermobarometri. Traiettorie P-T-t per la comprensione dell'evoluzione geodinamica di una catena.

Testi consigliati:

K. Bucher & M. Frey, 1994: *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer-Verlag. Berlin.

Myron G. Best & Erich H Christiansen, 2001. *Igneous Petrology*. Blackwell Science, Inc., USA

Wilson M., 1989. *Igneous petrogenesis. A global tectonic approach*. Chapman & Hall, London.

Hall A., 1991. *Igneous Petrology*. Longman Scientific & Technical, John Wiley & Sons, New York.

Nicholas A., 1986. *Principles of rock deformation*. Reidel Publishing Company Dordrecht.

Yardley B.W.D., 1989. *An Introduction to Metamorphic Petrology*. Longman Earth Science Series.

Approfondimenti e letture

Hess, Paul C. *Origins of Igneous Rocks*. Harvard University Press

Philpotts, Anthony R., 1990. *Petrography of Igneous & Metamorphic Rocks*. Prentice Hall.

Faure, G., 2001. *Origin of Igneous Rocks. The Isotopic Evidence*. Springer-Verlag Heidelberg.

Paleoclimatologia (4 cfu)

(Paleoclimatology)

Prof. ELISA MALINVERNO elisa.malinverno@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Variabilità annuale, interannuale decadale e secolare del clima: il sistema accoppiato globale, variabilità naturale, la variabilità interannuale del sistema climatico del Mediterraneo, l'Oscillazione Nord Atlantica.

Meccanismi di controllo delle variazioni climatiche a scala globale: astronomici e geografici, l'effetto antropico.

Cambiamenti indotti dal clima negli ecosistemi marini e terrestri.

Indicatori paleoclimatici nell'ambiente terrestre e marino: biologici ed abiologici, il ruolo degli isotopi naturali.

Evoluzione del clima nel passato geologico: stati di greenhouse e icehouse, le grandi estinzioni di massa ed il clima.

Evidenze nel record geologico recente in ambiente marino: le indicazioni del benthos, le associazioni planctoniche, i sapropel, i minerali e la sedimentazione argillosa, i pollini, il ruolo dei proxies.

Evidenze nel record geologico recente in ambiente terrestre: le sequenze continentali, faune e flore terrestri, le culture preistoriche.

Il cambiamento climatico nei ghiacci continentali e marini.

Testi consigliati: verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

Sedimentologia applicata (4 cfu)

(Applied Sedimentology)

Prof. GIOVANNI VEZZOLI giovanni.vezzoli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Ambienti continentali: ambienti glaciali, ambienti lacustri, conoidi alluvionali. Ambienti fluviali. Ambienti deltizi: delta, fan delta, estuari. Ambienti costieri: spiagge, piane di marea. Dinamica delle successioni sedimentarie. Subsidenza naturale e antropica. Livello di base. Fluttuazioni del livello del mare: cause ed effetti.

Trasporto e sedimentazione fluviale. Il Trasporto solido. Carico sospeso, carico di fondo e dissoluzione. Fattori che controllano la produzione dei sedimenti. Area, rilievo, clima e litologia. Effetto antropico sull'erosione e sul trasporto fluviale (dighe). Alluvioni. Gestione dei bacini idrografici con particolare riguardo ai grandi fiumi della Terra (Nilo, Gange e Brahmaputra). Processi erosivi a scala di bacino. Riqualficazione fluviale. Erosione costiera. Bilancio sedimentario. Dinamica, gestione e protezione dei litorali. Formule empiriche per il calcolo della della portata solida e dei budget sedimentari. Esempi di sediment budget in bacini equatoriali e tropicali (Africa, Asia).

Uscite didattiche: La preparazione sarà completata con una o più escursioni sul terreno, della durata complessiva di 2-4 giorni, dedicate alle tematiche della protezione e gestione dei bacini fluviali, o delle aree deltizie e costiere, in Italia (La cella litorale della Versilia, da

Bocche di Magra alla foce dell' Arno. Il delta del Po : il delicato equilibrio tra sedimentazione e subsidenza. La Laguna di Venezia : 600 anni di opere per contrastare interrimento ed erosione) o all' estero (Il Nilo : problemi ambientali in un delta senza sedimenti).

Nota. Il programma e l' escursione di fine corso verranno definiti e focalizzati ogni anno.

Testi consigliati:

il docente distribuirà una serie di articoli scientifici sui temi trattati nel corso.

Selley R.C., 2000. *Applied Sedimentology*. Academic Press.

Reading H.G., 1996. *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy*. Blackwell.

Knighton, 1998. *Fluvial forms and processes*. Arnold, London.

Milliman, 1996. *Sea-level rise and coastal subsidence: causes, consequences, strategies*. Kluwer

Pranzini E., 1996. *La difesa dei litorali in Italia*. Edizioni Italiane Autonome.

Haq, Haq, Kullenberg & Stel, 1997. *Coastal Zone Management imperative for maritime developing nations*. Kluwer.

Gambolati G., 1998. *CENAS: Coastline evolution of the Upper Adriatic Sea due to sea-level rise and natural and anthropogenic land subsidence*. Kluwer.

Modellazione Geologica 3D (4 cfu)

(3D Geomodelling)

Prof. ANDREA BISTACCHI andrea.bistacchi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso si propone di affrontare tematiche relative alla modellazione geologica 3D per mezzo di software avanzati. Esso si sviluppa attraverso una parte teorica, finalizzata alla comprensione dei concetti base della modellazione geologica (*geomodelling*), strettamente integrata con esercitazioni pratiche effettuate con i software più aggiornati, largamente impiegati in ambito accademico e nell'industria. I principali argomenti del corso sono:

- (1) fondamenti del *geomodelling*, topologia, modelli discreti, griglie regolari e non-strutturate, geostatistica ed interpolazione in 3D;
- (2) sorgenti di dati 3D: dati di superficie (carte geologiche, dati strutturali, DTM, immagini telerilevate), sondaggi e pozzi (stratigrafie, logs, misure di orientazione, ecc.), rilievi geofisici 2D e 3D;
- (3) software: limiti e potenzialità;
- (4) modellazione di una semplice successione sedimentaria;
- (5) reticoli di faglie (*fault network*);
- (6) pieghe cilindriche;
- (7) corpi complessi (diapiri, pieghe complesse, corpi intrusivi);
- (8) rappresentazione, modellazione e simulazione di proprietà degli oggetti geologici, tramite interpolazione o con simulazioni geostatistiche (porosità, fratturazione, permeabilità, impedenza sismica, ecc.);
- (9) modellazione di sistemi di fratture mediante *discrete fracture network* (DFN): approcci deterministici e stocastici;
- (10) retrodeformazione: metodi basati sulle superfici e sui volumi, metodi basati sulla modellazione meccanica;

(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.

Le lezioni teoriche e le esercitazioni nel laboratorio informatico saranno combinate con un'escursione sul terreno in cui saranno raccolti dati geologici e strutturali utili alla costruzione di un modello 3D basato su dati di terreno.

Applicazioni GIS avanzate (4cfu)

(Advanced GIS analysis)

Prof. PAOLO FRATTINI paolo.frattini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Sviluppare la capacità di analizzare e modellare dati territoriali con tecniche avanzate per finalità legate a: geomorfologia, geologia applicata, geologia marina, geologia strutturale.

Programma:

Teoria: Analisi vettoriale avanzata per la strutturazione di geo-database e l'utilizzo di utilizzo di network. Analisi raster avanzata: funzioni topografiche, generazione di DTM, funzioni idrologiche per la modellazione del territorio, filtri spaziali. Analisi matematica delle immagini raster: trasformata di Fourier 2D, Wavelets. Tecniche di modellazione geostatistica (Kriging) e applicazione e problemi di geologia applicata, idrogeologia e geologia marina.

Esercitazioni in laboratorio: utilizzo di software 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.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Geofisica ambientale (4 cfu)

(Environmental Geophysics)

Il corso ha come oggetto l'approfondimento delle tecniche di indagine non invasiva del sottosuolo di particolare interesse per scopi geologico-ambientali. Si tratta quindi di metodi ad alta risoluzione generalmente focalizzati sugli strati più superficiali (fino a qualche centinaio di metri). Nell'ambito del corso verranno discussi i seguenti metodi: (1) Georadar, sia da superficie che in pozzo; (2) tomografia elettrica di resistività; (3) polarizzazione indotta; (4) potenziale spontaneo. Di tutti questi approcci verranno presentate le basi fisiche, le modalità di impiego e di processing ed interpretazione, e gli specifici utilizzi in campo ambientale, con particolare riguardo per lo studio di siti contaminati e per la caratterizzazione idrogeologica. Verrà anche dato un accenno dei metodi sismici più utilizzati per scopi superficiali, con particolare riguardo ai metodi con le onde superficiali per caratterizzazione geotecnica, ed ai metodi con onde S.

Propedeuticità: è consigliato il superamento di Prospezioni geofisiche.

Testi consigliati: verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

Laboratorio di Geofisica applicata (4 cfu)

(Applied geophysics lab)

Il corso intende illustrare le applicazioni della geofisica applicata superficiale, concentrandosi sulla pianificazione delle indagini geofisiche, sull'acquisizione di dati sismici, elettrici ed elettromagnetici e sull'elaborazione ed interpretazione di rilievi. In particolare verranno rivisti brevemente, in chiave applicativa, i principi dei metodi sismici a rifrazione e per onde superficiali, della tomografia elettrica di resistività e del radar, con particolare enfasi sulle strategie di acquisizione e sui metodi di valutazione della qualità dei dati. Verranno inoltre presentate le caratteristiche degli strumenti ed i principi di pianificazione delle indagini geofisiche superficiali. La parte sperimentale prevede 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 rilievi. Durante le esercitazioni in situ verranno acquisiti dati sismici, elettrici ed elettromagnetici.

Metodologie avanzate di analisi mineralogica (4 cfu)

Prof. ANNA BRAJKOVIC anna.brajkovic@unimib.it

Prof. GIANCARLO CAPITANI giancarlo.capitani@unimib.it

Dip. di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

Il corso ha per scopo di fornire allo studente una panoramica delle metodologie investigative avanzate più comuni in Scienze della Terra e Mineralogia. Di fronte ad una delle tante problematiche investigative che si potrebbero presentare, lo studente alla fine del corso dovrebbe essere in grado di sapere di volta in volta qual è la tecnica d'indagine più adatta per venirne a capo.

1. Richiami di cristallografia strutturale
 - a. Simmetria nel piano e nello spazio
 - b. Il reticolo reciproco
2. La diffrazione dei raggi X
 - a. Diffrazione per polveri
 - i. Il metodo Rietveld
 - b. Diffrazione da cristallo singolo
 - i. Metodi diretti
 - ii. Raffinamento strutturale
3. Spettroscopie
 - a. Spettroscopia Raman
 - b. Spettroscopia IR
 - c. Spettroscopia Mössbauer
4. Microanalisi
 - a. Microsonda elettronica
 - i. Analisi in dispersione di lunghezza d'onda (WDS)
 - ii. Analisi in dispersione di energia (EDS)
 - b. Microsonda ionica
5. Microscopia elettronica
 - a. Microscopia elettronica a scansione (SEM)
 - b. Microscopia elettronica a trasmissione (TEM)
 - i. Preparazione dei campioni

- ii. Diffrazione elettronica
- iii. Immagini in contrasto di ampiezza
- iv. Microscopia elettronica in alta risoluzione
- v. Simulazione di immagini in alta risoluzione

6. Introduzione alla luce di sincrotrone

- a. Cristallografia a raggi X
- b. Spettroscopia XAS

Il corso prevede l'esecuzione pratica di alcune analisi mineralogiche con i più diffusi programmi per ciascun ambito specifico.

Testi consigliati:

Introduction to mineral sciences. Andrew Putnis, Cambridge University Press, 1992, 457 p.; *Elements of X-Ray Diffraction*. B.D. Cullity and S.R. Stock, Addison-Wesley, 2001, 664 p.; *Modern Powder Diffraction*. Ed.: D.L. Bish and J.E. Post, Min. Soc. America Reviews in Mineralogy Vol. 20, 1989, 369 p.; *EMU Notes in Mineralogy, Vol. 6: Spectroscopic Methods in Mineralogy*. Ed.: Anton Beran and Eugen Libowitzky, Eötvös University Press, 2004, 655 p. *Microprobe techniques in the earth sciences*. Ed.: Philip J. Potts, John F.W. Bowles, Stephen J.B. Reed and Mark R. Cave, Chapman & Hall, 1995, 419 p.; *Transmission electron microscopy of minerals and rocks*. Alex C. McLaren, Cambridge University Press, 1991, 387 p.; *Elements of Synchrotron Light: For Biology, Chemistry, and Medical Research*. Giorgio Margaritondo, Oxford University

Scavi in superficie ed in sottterraneo (4 cfu)

(Underground and surface excavations)

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. Gli elaborati geologici, idrogeologici e geotecnico/geomeccanici di progetto. I riferimenti normativi. Tecniche di scavo in superficie. Tipologie di scavi per le diverse opere civili. 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 e relativi utensili; 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. Scavo in terreni: macchine, loro prestazioni e criteri di scelta. 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). Lo scavo con metodi tradizionali: scavi in ammassi rocciosi con esplosivi e mezzi meccanici. Scavi in terra con 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. I problemi geologici, idrogeologici e geomeccanici associati. I parametri geologici, idrogeologici e geotecnici di progetto. Valutazione delle performance di scavo. Case histories. Lo scavo in terreni con mezzi meccanizzati, frese puntuali, metodi speciali. Lo scavo a piena sezione con TBM EPB e SS-HS. I problemi geologici, idrogeologici e geomeccanici associati. I parametri geologici, idrogeologici e geotecnici di progetto. Condizionamento dei terreni ed posa conci. Le indagini in corso d'opera. Monitoraggio in corso d'opera in sottterraneo e superficie. I cantieri e la loro organizzazione. Case histories. Lo smarino, i sistemi di ventilazione, il trattamento acque, aspetti speciali.

Il microtunnelling. Descrizione delle macchine e procedure di scavo. Case histories.
Perforazioni speciali, HDD descrizione delle macchine e procedure di scavo. Case histories.

Testi e materiale didattico di riferimento:

- a) Appunti e dispense del corso elaborati dal docente
- b) V. Guglielmetti, P. Grasso, A. Mahtab, S. Xu. *Mechanized Tunnelling in urban areas. Design methodology and construction control.* Taylor & Francis.
- c) Articoli specialistici dalla letteratura internazionale