

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 2012-2013

(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 e descrizione del percorso formativo	pag. 1
Profili professionali e sbocchi occupazionali	pag. 3
Norme relative all'accesso	pag. 5
Organizzazione del Corso di Laurea	pag. 5
Forme didattiche	pag. 8
Modalità di verifica del profitto	pag. 8
Frequenza	pag. 8
Piano di studio	pag. 8
Propedeuticità	pag. 8
Attività di orientamento e tutorato	pag. 9
Scansione delle attività formative e appelli d'esame	pag. 9
Prova finale	pag. 11
Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento	pag. 11
Attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del corso di studio	pag. 12

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Matematica	pag. 14
Fisica	pag. 15
Chimica generale e inorganica	pag. 16
Principi di Geologia	pag. 17
Geografia fisica	pag. 18
Mineralogia	pag. 19

2° ANNO

Paleontologia	pag. 20
Petrografia	pag. 21
Geofisica	pag. 22
Informatica per le Scienze della Terra	pag. 23
Geologia strutturale	pag. 24
Rilevamento geologico	pag. 25
Geochemica	pag. 26

3° ANNO

Sedimentologia	pag. 26
Geologia applicata	pag. 27
Laboratorio di Geotecnica	pag. 28
Georisorse	pag. 28
Campagna geologica	pag. 29
Laboratorio SIT	pag. 30
Introduzione alla Geografia degli oceani	pag. 31
Geologia del Quaternario	pag. 31

LAUREA MAGISTRALE

REGOLAMENTO DIDATTICO

Presentazione	pag. 34
Obiettivi formativi specifici e descrizione del percorso formativo	pag. 34
Profili professionali e sbocchi occupazionali	pag. 37
Norme relative all'accesso	pag. 39
Organizzazione del corso di Laurea Magistrale	pag. 39
Tirocini formativi e di orientamento	pag. 42
Forme didattiche	pag. 42
Modalità di verifica del profitto	pag. 42
Frequenza	pag. 42
Piano di studio	pag. 43
Propedeuticità	pag. 43
Attività di orientamento e tutorato	pag. 43
Scansione delle attività formative e appelli d' esame	pag. 43
Prova finale	pag. 43
Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento	pag. 44
Attività di ricerca e supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del corso di studio	pag. 44
Altre informazioni	pag. 45

CONTENUTI DEGLI INSEGNAMENTI

1° ANNO

Geologia dei bacini sedimentari	pag. 46
Geodinamica e geologia strutturale	pag. 46
Idrogeologia	pag. 47
Geobiologia	pag. 48
Geotecnica applicata	pag. 49
Statistica	pag. 50
Geomorfologia Marina 1	pag. 50
Metodi di indagine geologico – tecnica	pag. 51
Prospezioni geofisiche	pag. 51
Fisica degli oceani e dell' atmosfera	pag. 52
Geobiologia applicata 1	pag. 53
Geologia stratigrafica e regionale	pag. 54
Tettonica attiva e vulcanotettonica	pag. 54
Geologia del vulcanico	pag. 55
Geomorfologia dei sistemi montani	pag. 55
Valutazione dei rischi geologici	pag. 56

2° ANNO

Geocronologia e archeometria	pag. 58
Georisorse minerarie e lapidei	pag. 58
Paleoceanografia e paleoclimatologia	pag. 60
Modellazione Geologica 3D	pag. 60
Laboratorio di idrogeologia	pag. 61
Geomorfologia marina 2	pag. 61
Applicazioni GIS avanzate	pag. 62
Laboratorio di stabilità dei versanti	pag. 63
Geofisica applicata	pag. 63
Scavo e consolidamento terre e rocce	pag. 64

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 2012-2013

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, lo studente consegue il titolo 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

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.

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:
Tecnici geologi.**

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.

Per coloro che non superassero la prova di verifica sono previste, prima dell' inizio delle lezioni, attività formative di recupero con ulteriore prova di verifica. 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

Nel primo anno del corso di studio sono previsti insegnamenti relativi alle discipline scientifiche di base (Matematica, Fisica e Chimica generale e inorganica) e insegnamenti relativi alle Scienze della Terra a carattere introduttivo comprendenti alcune escursioni sul terreno (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).

Durante il secondo anno vengono affrontate le principali discipline delle Scienze della Terra che forniranno le basi culturali e metodologiche per gli studi successivi. Sono previsti i seguenti corsi: Paleontologia, Petrografia, Geofisica, Geochimica, Rilevamento Geologico, Geologia strutturale. Il corso di Geologia strutturale comprenderà una campagna di rilevamento geologico sul terreno della durata di una settimana. E' inoltre previsto un corso di Informatica per le Scienze della Terra.

Nel terzo anno di studio verranno approfonditi alcuni argomenti a carattere geologico generale (Sedimentologia), mentre la preparazione generale acquisita in precedenza verrà completata attraverso materie di tipo tecnico-applicativo (Geologia applicata, Georisorse, Laboratorio di Geotecnica). Verrà dedicato un laboratorio all'apprendimento dell'utilizzo dei Sistemi Informativi Territoriali (Laboratorio SIT), in alternativa con altri due insegnamenti a

scelta multipla (Geologia del Quaternario, Introduzione alla geografia degli oceani). Verrà infine effettuata una campagna di rilevamento geologico (Campagna geologica) su problematiche geologiche più complesse rispetto a quelle affrontate durante il II anno. Sono inoltre previsti insegnamenti a libera scelta per un totale di 12 CFU.

La preparazione acquisita attraverso gli insegnamenti frontali verrà completata attraverso attività seminariali su argomenti di tipo applicativo, comprendenti anche l'utilizzo della normativa vigente (1 CFU) e attraverso un tirocinio formativo (3 CFU).

Durante la parte finale del terzo anno lo studente svolgerà le attività relative alla prova finale (7 CFU) sotto la guida di uno o più supervisori.

Il percorso formativo risulta il seguente

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	12CFU	GEO/03 GEO/07	1° anno
INFORMATICA PER LE SCIENZE DELLA TERRA	6CFU	INF/01	2° anno
PALEONTOLOGIA	8CFU	GEO/01	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	6CFU	GEO/04	1° anno
MINERALOGIA	8CFU	GEO/06	1° anno
GEOLOGIA STRUTTURALE	12CFU	GEO/03	2° anno
GEOCHIMICA	8CFU	GEO/08	2° anno
PETROGRAFIA	12CFU	GEO/07	2° anno
GEOFISICA	8CFU	GEO/10	2° anno
RILEVAMENTO GEOLOGICO	8CFU	GEO/02	2° anno
GEOLOGIA APPLICATA	6CFU	GEO/05	3° anno
SEDIMENTOLOGIA	6CFU	GEO/02	3° anno

Attività formative affini ed integrative

Per questo tipo di attività sono previsti 22 CFU 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	4CFU	GEO/03	3° anno
LABORATORIO DI GEOTECNICA	6CFU	ICAR/07	3° anno
GEORISORSE	6CFU	GEO/09	3° anno
GEOLOGIA DEL QUATERNARIO*	6CFU	GEO/04	3° anno
INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA DEGLI OCEANI *	6CFU	GEO/04	3° anno
LABORATORIO SIT *	6CFU	GEO/04	3° anno

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

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

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.

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

Altre conoscenze utili per il mondo del lavoro/Tirocini formativi e stage

Queste attività comprendono 4 CFU al III anno del corso. E' previsto un tirocinio formativo esterno della durata di circa due settimane di lavoro (3CFU) da effettuare presso enti esterni pubblici o privati sotto la tutela di un tutor interno e di un responsabile esterno. E' prevista la stesura di una dettagliata relazione sulle attività svolte. Sono inoltre 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.). E' richiesta una frequenza obbligatoria. Per i seminari (1CFU) è richiesta la 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.

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.

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 didattica assistita, esercitazioni e ore studio individuale secondo le seguenti configurazioni:

- 1 CFU di lezione frontale = 8 ore di impegno in aula,
- 1 CFU di esercitazione = 12 ore di impegno in aula,
- 1 CFU di laboratorio =12 ore di impegno in laboratorio,
- 1 CFU attività sul terreno = 12 ore di attività sul terreno
- 1 CFU di tirocinio = 25 ore di attività

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, un esame scritto/orale con votazione in trentesimi. Relazioni scritte potranno essere richieste dai docenti e, in questo caso, faranno parte integrante delle prove d'esame. Per alcune attività e per i tirocini 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 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
Geochimica	Chimica generale e inorganica
Sedimentologia	Principi di Geologia e Rilevamento Geologico

per **frequentare**: bisogna **aver frequentato** il corso di:

Geologia strutturale	Principi di geologia e Petrografia
Campagna geologica	Geologia strutturale

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.

Attività di orientamento e tutorato

Sono previste attività di tutorato organizzate dai docenti stessi 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 semestrale.

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.

PERCORSO GENERALE

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	12	Base	Discipline geologiche	GEO/03	INTRODUZIONE ALLA GEOLOGIA	6	1
				GEO/07	INTRODUZIONE ALLA PETROGRAFIA	6	1
PALEONTOLOGIA	8	Base	Discipline geologiche	GEO/01	PALEONTOLOGIA	8	2
INFORMATICA PER LE SCIENZE DELLA TERRA	6	Base	Discipline informatiche	INF/01	INFORMATICA PER LE SCIENZE DELLA TERRA	6	2
RILEVAMENTO GEOLOGICO	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche	GEO/02	RILEVAMENTO GEOLOGICO	8	2
SEDIMENTOLOGIA	6	Caratterizzanti	Ambito geologico-paleontologico	GEO/02	SEDIMENTOLOGIA	6	3
GEOLOGIA STRUTTURALE	12	Caratterizzanti	Ambito geologico-paleontologico	GEO/03	GEOLOGIA STRUTTURALE	6	2
				GEO/03	CARTOGRAFIA GEOLOGICA	6	2
GEOGRAFIA FISICA	6	Caratterizzanti	Ambito geomorfologico-geologico applicativo	GEO/04	GEOGRAFIA FISICA	6	1
GEOLOGIA APPLICATA	6	Caratterizzanti	Ambito geomorfologico-geologico applicativo	GEO/05	GEOLOGIA APPLICATA	6	3
PETROGRAFIA	12	Caratterizzanti	Ambito mineralogico-petrografico-geochimico	GEO/07	PETROGRAFIA GENERALE	6	2
				GEO/07	LABORATORIO DI PETROGRAFIA	6	2
GEOFISICA	8	Caratterizzanti	Ambito geofisico	GEO/10	GEOFISICA	8	2
GEOCHIMICA	8	Caratterizzanti	Ambito mineralogico-petrografico-geochimico	GEO/08	GEOCHIMICA	8	2
LABORATORIO DI GEOTECNICA	6	Affini ed integrative		ICAR/07	LABORATORIO DI GEOTECNICA	6	3
CAMPAGNA GEOLOGICA	4	Affini ed integrative		GEO/03	CAMPAGNA GEOLOGICA	4	3
GEORISORSE	6	Affini ed integrative		GEO/09	GEORISORSE	6	3
GEOLOGIA DEL QUATERNARIO	6	Affini ed integrative		GEO/04	GEOLOGIA DEL QUATERNARIO	6	3
LABORATORIO SIT	6	Affini ed integrative		GEO/04	LABORATORIO SIT	6	3
INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA DEGLI OCEANI	6	Affini ed integrative		GEO/04	INTRODUZIONE ALLA GEOGRAFIA DEGLI OCEANI	6	3

	CFU	Anno di corso
Per la lingua straniera	3	1
Per la prova finale (art.10, comma 5, lettera c)	7	3
A scelta autonoma dello studente (art.10, comma 5, lettera a)	12	3
Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)	Stage	3
	Seminari su argomenti geologici e applicativi	1

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 7 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 sul lavoro svolto a tal fine.

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

Il riconoscimento dei CFU acquisiti in attività formative svolte presso altri Corsi di Laurea 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.

In base al D.M. 270/2004 e alla L. 240/2010, le università possono riconoscere come crediti formativi universitari le conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in

attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso per un massimo di 12 CFU, complessivamente tra corsi di laurea e laurea magistrale. Tale riconoscimento è soggetto all'approvazione del CCD di Scienze 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 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

(Con specifica indicazione dei docenti di cui all' art. 1, comma 9, dei DD.MM., 16 marzo 2007, e dei loro requisiti specifici rispetto alle discipline insegnate)

MAT/05	Leonardo Colzani	Matematica
MAT/05	Marina Di Natale	Matematica
FIS/01	Marcello Campione	Fisica
FIS/01	Simonetta Pensotti	Fisica
CHIM/03	Cristiana Di Valentin	Chimica generale e inorganica
INF/01	Andrea Maurino	Informatica per le Scienze della Terra
GEO/01	Cesare Corselli	Paleontologia, Introduzione alla geografia degli oceani
GEO/02	Giovanni Vezzoli	Sedimentologia, Cartografia geologica
GEO/02	Marco Malusà	Rilevamento Geologico, Cartografia geologica
GEO/03	Andrea Zanchi	Principi di Geologia, Campagna Geologica
GEO/03	Alessandro Tibaldi	Geologia strutturale, Campagna Geologica
GEO/03	Andrea Bistacchi	Cartografia Geologica
GEO/04	Francesco Brardinoni	Geografia Fisica
GEO/04	Valter Maggi	Geologia del Quaternario
GEO/04	Mattia De Amicis	Laboratorio SIT
GEO/05	Giovanni Battista Crosta	Geologia applicata
GEO/06	Anna Brajkovic	Mineralogia
GEO/07	Maria Luce Frezzotti	Petrografia
GEO/07	Nadia Malaspina	Petrografia, Campagna geologica
GEO/07	Annalisa Tunesi	Principi di Geologia
GEO/08	Igor Villa	Geochimica
GEO/09	Gian Carlo Capitani	Mineralogia
GEO/09	Alessandro Cavallo	Cartografia geologica

GEO/09	Franco Rodeghiero	Georisorse, Principi di Geologia
GEO/12	Claudia Pasquero	Geofisica
ICAR/07	Riccardo Castellanza	Laboratorio di Geotecnica

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: Prof. Franco Rodeghiero, Dott. Paolo Frattini;

Segreteria didattica: - 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. LEONARDO COLZANI leonardo.colzani@unimib.it

DOTT.SSA MARINA DI NATALE marina.dinatale@unimib.it

Dipartimento di Matematica e Applicazioni Via Cozzi, 53 - Ed. U5

Prerequisiti: L' algebra, la geometria analitica e la trigonometria dei programmi delle scuole superiori sono prerequisiti fondamentali. In particolare bisogna sapere cosa sono le equazioni e disequazioni, l'equazione della retta, le proprietà delle potenze, gli esponenziali e logaritmi, il seno e coseno e la tangente, i grafici di tutte queste funzioni, etc. La logica elementare è un prerequisito ancor più fondamentale. In particolare bisogna saper usare un linguaggio non ambiguo ed aver ben chiaro cosa sono ipotesi, tesi, dimostrazione. Le definizioni ed i teoremi devono essere enunciati con precisione ed illustrati con esempi e controesempi.

Programma:

Calcolo differenziale in una variabile. Funzioni: dominio, immagine, funzioni composte ed inverse. Esempi: Curve e superfici. Simmetrie, periodicità, grafici. Funzioni elementari: Potenze, esponenziale e logaritmo, seno, coseno, tangente e arcotangente. Definizione di limite. Calcolo di limiti. Forme di indecisione. Due numeri speciali: e , π . Funzioni continue. Il teorema degli zeri ed il metodo di bisezione per il calcolo approssimato di uno zero. Esistenza di massimi e minimi. Rapporto incrementale e derivata, equazione della retta tangente al grafico di una funzione. Derivata seconda: concavità e convessità. Regole di derivazione: Somma e differenza, prodotto e quoziente, derivata della funzione composta ed inversa. Derivate di funzioni elementari: Potenze, esponenziale e logaritmo, seno, coseno, tangente e arcotangente. I teoremi del calcolo differenziale: Fermat, Rolle, Lagrange, de l'Hopital. Studio di funzioni: Dominio e immagine, simmetrie, limiti agli estremi del dominio, massimi e minimi, concavità e convessità, asintoti, grafico.

Calcolo integrale in una variabile. Integrale di Riemann: Definizione e significato geometrico. Calcolo approssimato di un integrale: Il metodo dei rettangoli e dei trapezi. Proprietà dell'integrale definito. Il teorema della media. Il teorema fondamentale del calcolo integrale. Funzioni primitive e integrale indefinito. Metodi di integrazione: Scomposizione, per parti, per sostituzione. La formula di Taylor con il resto integrale. Lo sviluppo in serie di potenze delle funzioni elementari.

Calcolo differenziale ed integrale in più variabili. Derivate direzionali e parziali. Gradiente, direzione di massima pendenza. Equazione del piano tangente ad una superficie. Derivate di ordine superiore. Formula di Taylor. Segno di un polinomio di secondo grado. Massimi e minimi liberi e vincolati. Integrali multipli. Riduzione di un integrale multiplo ad integrali semplici successivi. Integrazione in coordinate polari. Calcolo di aree, volumi, baricentri. Area del cerchio, volume della sfera.

Equazioni differenziali. Esempi dalla fisica: $F = ma$, velocità e accelerazione. Equazioni differenziali del primo ordine e problema di Cauchy. Significato geometrico: Campo di direzioni. Soluzioni approssimate di equazioni differenziali: Poligonali di Eulero. Sviluppo in serie di potenze della soluzione di una equazione differenziale. Equazioni a variabili separabili e lineari. Equazioni del secondo ordine lineari con coefficienti costanti.

L'oscillatore armonico.

Algebra lineare. Spazi vettoriali. Esempi: Vettori del piano e dello spazio, regola del parallelogramma, prodotto scalare. Combinazione lineare di vettori, vettori indipendenti. Base e dimensione di uno spazio vettoriale. Algebra delle matrici. Sistemi di equazioni lineari.

Modalità d'esame: Scritto + Orale.

Fisica (12 cfu)

(Physics)

DOTT. MARCELLO CAMPIONE marcello.campione@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie, Piazza della Scienza, 4

DOTT.SSA SIMONETTA PENSOTTI simonetta.pensotti@unimib.it

Dipartimento di Fisica Piazza della Scienza, 2

Elementi di meccanica:

Cinematica del punto: posizione, spostamento, velocità, accelerazione.

Cinematica unidimensionale, bidimensionale e cinematica di rotazione: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, moto parabolico, moto circolare, moto armonico.

Dinamica del punto materiale: le leggi del moto di Newton. Forze di attrito statico, dinamico e viscoso. Lavoro, energia cinetica e potenza. Forze e sistemi conservativi. Energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica.

Dinamica dei sistemi e del corpo rigido: forze interne ed esterne. Il moto del centro di massa. Principio di conservazione della quantità di moto. Momento di inerzia rispetto ad un asse. Momento di una forza. Momento angolare e principio di conservazione del momento angolare. Corpo rigido in rotazione attorno ad un asse fisso. Moto di rotolamento. Equilibrio di un corpo rigido.

La legge di gravitazione universale. Moti orbitali. Energia potenziale gravitazionale.

Fluidi: pressione idrostatica, principio di Archimede, flusso e continuità.

Moto oscillatorio: moto armonico semplice, l'oscillatore libero smorzato, oscillazioni forzate e risonanza.

Onde meccaniche: Classificazione delle onde. Propagazione delle onde. Energia trasportata da un'onda. Principio di sovrapposizione. Onde stazionarie.

Elementi di elettromagnetismo :

La legge di Coulomb. Il campo elettrico. Il potenziale elettrostatico. La legge di Gauss per il campo elettrico. Il dipolo elettrico. Conduttori ed isolanti.

Capacità e condensatori. Densità di energia immagazzinata in un campo elettrico. La corrente elettrica nei conduttori metallici. La legge di Ohm. L'effetto Joule. La potenza elettrica.

La forza di Lorentz e la definizione del campo di induzione magnetica. La legge di Gauss per il campo magnetico e la legge di circuitazione di Ampere. Dipoli magnetici e cenni sulle proprietà dei materiali magnetici.

La legge dell'induzione elettromagnetica. Densità di energia immagazzinata in un campo magnetico.

Onde elettromagnetiche e elementi di ottica geometrica

Elementi di termodinamica:

Calore e lavoro. Gas ideali e cambiamenti di fase. La prima e la seconda legge della termodinamica. Entropia.

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. CRISTIANA DI VALENTIN cristiana.divalentin@unimib.it

Dipartimento di Scienza dei Materiali Via Cozzi, 53

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. Teoria dell'orbitale molecolare.

I gas - Equazione di stato dei gas perfetti. Miscele ideali 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 e Energia libera di Gibbs.

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. Struttura elettronica.

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.

Testi consigliati:

R. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herring, "Chimica Generale", Ed. Piccin

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

I.Bertini, C.Luchinat, F.Mani, "Stechiometria", Casa Editrice Ambrosiana

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

Modalità d'esame: scritto e orale

Principi di Geologia (12 cfu)

(Principles of Geology)

DOTT.SSA ANNALISA TUNESI annalisa.tunesi@unimib.it

PROF. ANDREA ZANCHI andrea.zanchi@unimib.it

PROF. FRANCO RODEGHIERO franco.rodeghiero@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Il corso è articolato in due moduli:

Introduzione alla Petrografia

Prof. Annalisa Tunesi (6cfu)

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

Prof. Andrea Zanchi (4cfu)

Prof. Franco Rodeghiero (2cfu)

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. Le esercitazioni avranno come argomento la lettura e l'utilizzo delle carte topografiche. Verranno anche forniti alcuni principi base della cartografia geologica. Sono inoltre previste alcune uscite sul terreno.

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.

Elementi di cartografia. Cenni sulle proiezioni cartografiche. Sistema U.T.M. La Cartografia ufficiale italiana (IGMI). La Cartografia Tecnica Regionale. Metodi di orientamento. Simbolismo cartografico. Costruzione di profili topografici e delimitazione di bacini idrografici. Tracciamento di limiti geologici su una base topografica. Risoluzione grafica di semplici esercizi di stratimetria.

Esercitazioni fuori sede sul campo, rivolte soprattutto a sviluppare la capacità di orientamento sul terreno tramite l'uso delle carte topografiche e al corretto utilizzo della bussola da geologo.

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,

L. Aruta, P. Marescalchi, Cartografia. Lettura delle Carte, Dario Flaccovio Editore, 2003

Modalità dell'esame: scritto e orale

Geografia fisica (6 cfu)

(Physical Geography)

DOTT. FRANCESCO BRARDINONI francesco.brardinoni@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Branche fondamentali della Geografia Fisica. La rappresentazione della superficie terrestre. L'atmosfera. L'insolazione e la temperatura. La pressione atmosferica e i venti. L'umidità atmosferica. I flussi atmosferici e le perturbazioni. Le zone e i tipi climatici. L'idrosfera.

Geomorfologia. Introduzione alle forme e dinamiche interne. L'alterazione meteorica e i suoli. I processi di dissoluzione e il paesaggio carsico. Le forme e i processi di versante. Stabilità dei versanti. Le forme e i processi fluviali. Il trasporto di sedimento lungo il reticolo idrografico. Le forme e i processi periglaciali. Le forme e i processi glaciali. Erosione, trasporto e deposito di detrito ad opera dei ghiacciai. L'uomo come agente geomorfologico dominante contemporaneo.

Il corso comprende un'escursione di 3 giorni in alta Valmalenco (SO).

Il programma di studio si basa sulle presentazioni Power Point distribuite durante le lezioni frontali e sul seguente libro di testo:

McKnight TL & Hess D, 2005. Geografia Fisica. Comprendere il paesaggio. Piccin Nuova Libreria.

Modalità d'esame: scritta.

Mineralogia (8 cfu)

(Mineralogy)

DOTT. GIANCARLO CAPITANI giancarlo.capitani@unimib.it

DOTT. ANNA BRAJKOVIC anna.brajkovic@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Lezioni frontali

Cristallografia e cristallochimica

Simmetria, simmetria traslazionale, simmetria puntuale, gruppi spaziali, indici di Miller, reticolo reciproco, forme cristalline, sistemi cristallini, abito cristallino, elementi chimici, legame chimico e coordinazione, strutture cristalline, minerali isostrutturali, polimorfismo e politipismo, composizione e formula chimica.

Crescita cristallina

Energia libera di Gibbs, diagrammi di fase, reazioni, nucleazione omogenea ed eterogenea, velocità di crescita, zonature, difetti puntuali, dislocazioni, ordinamento, geminazioni, ricristallizzazione, pseudomorfismo, danno metamittico.

Proprietà fisiche dei minerali

Densità, durezza, clivaggio, colore, luminescenza, magnetismo, piezoelettricità, piroelettricità.

Ottica mineralogica

Il microscopio polarizzatore, minerali isotropi ed anisotropi, indicatrice ottica, pleocroismo e birifrangenza, angolo di estinzione, segno dell'allungamento, conoscopiche, identificazione dei minerali.

Diffrattometria e microanalisi

Diffrazione di raggi X, diffrazione da polveri, identificazione delle fasi, affinamento dei parametri di maglia, analisi chimiche, fluorescenza X, microscopia elettronica a scansione, microsonda elettronica.

Mineralogia sistematica

tectosilicati, fillosilicati, inosilicati, sorosilicati, nesosilicati, carbonati, solfati, fosfati, borati, ossidi, idrossidi, alogenuri, solfuri, elementi nativi.

Elementi di mineralogia applicata

Minerali metalliferi, gemme, minerali delle argille e dei cementi, evaporiti, asbesto, particolato aerodisperso ed effetti sulla salute.

Laboratorio

Ottica Mineralogica (il microscopio polarizzatore, osservazione di preparati in sezione sottile), cristallografia morfologica (modelli 3D, proiezioni stereografiche), cristallografia strutturale (preparazione di polveri, il diffrattometro di polveri, il diffrattogramma), mineralogia descrittiva (reticolo diretto, reticolo reciproco, rappresentazione grafica),

metodologie analitiche (fluorescenza X, microscopio elettronico a scansione, microanalisi EDS).

Testi consigliati per il corso:

William D. Nesse, Introduction to Mineralogy, Oxford University Press.

Cornelis Klein & Barbara Dutrow, Manual of Mineral Science, John Wiley & Sons, Inc. (disponibile anche in italiano ed in biblioteca).

Hans-Rudolf Wenk & Andrei Bulakh, Minerals, their constitution and origin, Cambridge University Press.

Modalità d'esame:

Test scritto sulle materie di laboratorio. Esame orale su tutto il programma.

2° ANNO

Paleontologia (8 cfu)

(Paleontology)

PROF. CESARE CORSELLI cesare.corselli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Lezioni teoriche (6 cfu). 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 dal Docente del corso.

Petrografia (12 cfu)

(Petrography)

PROF. MARIA LUCE FREZZOTTI

DOTT.SSA NADIA MALASPINA nadia.malaspina@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Il corso è articolato in due moduli: **Petrografia Generale** (6 CFU) e **Laboratorio di Petrografia** (6 CFU). Le lezioni di Petrografia Generale forniranno le nozioni fondamentali sulla genesi ed evoluzione delle rocce magmatiche e metamorfiche. Le ore di Laboratorio di Petrografia sono volte all'acquisizione di tecniche di riconoscimento delle rocce magmatiche e metamorfiche sia su campioni macroscopici che al microscopio in luce polarizzata. Particolare enfasi verrà posta all'interpretazione delle tessiture che consentirà di descrivere ed interpretare l'evoluzione delle rocce.

Petrografia Generale

Introduzione alla termodinamica; Principali metodi di analisi chimica in petrologia; Rocce ignee: relazioni di terreno, tessiture e classificazione; Magma: cristallizzazione, generazione e differenziazione; Petrologia del mantello; Petrologia della crosta oceanica; Rocce ignee dei margini convergenti; Rocce ignee della litosfera continentale; Metamorfismo e rocce metamorfiche; Isograde, facies ed evoluzione P-T; Reazioni ed equilibrio; Fattori che controllano il metamorfismo; Metamorfismo delle rocce mafiche ed ultramafiche; Metamorfismo delle rocce pelitiche; Metamorfismo delle rocce carbonatiche.

Testi di riferimento:

Blatt H., Tracy R.: "*Petrology, Igneous, Sedimentary, and Metamorphic*", 2nd or 3rd edition, Freeman and Company, New York.

Approfondimenti:

Winter J.D.: "*An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*", 1st or 2nd edition, Prentice Hall, New Jersey.

In Italiano:

Arrigo Gregnanin: "*Elementi di Petrografia delle Rocce Ignee e Metamorfiche*", Il Guado, Milano.

Laboratorio di Petrografia

Introduzione

Il microscopio in luce polarizzata, cenni di ottica cristallografica. Esame microscopico: osservazioni al solo polarizzatore, a nicol incrociati e a luce convergente.

Rocce magmatiche

Classificazione delle rocce magmatiche (vulcaniche e plutoniche). Strutture e tessiture delle rocce magmatiche. Riconoscimento e caratterizzazione dei principali *rock-forming minerals*. Riconoscimento e caratterizzazione delle principali rocce magmatiche: peridotiti, graniti, granodioriti, tonaliti, gabbri, dioriti, anortositi, monzoniti, sieniti, rioliti, daciti, ignimbriti, granofiri, basalti, andesiti, latiti, trachiti, fonoliti, tefriti.

Rocce metamorfiche

Nomenclatura delle rocce metamorfiche. Riconoscimento e caratterizzazione delle principali rocce metamorfiche: principali minerali e associazioni mineralogiche. Strutture, tessiture, paragenesi e facies metamorfiche. Particolare attenzione verrà posta sul riconoscimento delle microstrutture e delle paragenesi in relazione alle facies metamorfiche, anche con l'utilizzo di diagrammi chemografici, per ricostruire l'evoluzione metamorfica della roccia.

Il corso è organizzato in 4 CFU di esercitazioni di laboratorio per il riconoscimento di rocce magmatiche e metamorfiche (campioni a mano e sezione sottile) e 2 CFU di attività di terreno (due escursioni con relazione finale).

Testi consigliati

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

Philpotts, A.R. – *Petrography of Igneous and Metamorphic Rocks*. Waveland Press, 1988.

Deer, W.A., Howie, R.A. & Zussman, J. - *Introduzione ai minerali che costituiscono le rocce*. Zanichelli, 1994.

Per approfondimenti:

Myron G. Best, 2002. *Igneous and Metamorphic Petrology*, 2nd Edition, Wiley-Blackwell

Modalità d'esame del corso di PETROGRAFIA:

Prova scritta con riconoscimento al microscopio di sezioni sottili di rocce magmatiche e metamorfiche. Il superamento di questa prova è indispensabile per accedere alla parte orale concernente gli argomenti trattati nel modulo "Petrografia Generale".

Geofisica (8 cfu)

(*Geophysics*)

PROF. CLAUDIA PASQUERO claudia.pasquero@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

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.

Savier & 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 (6 cfu)

(Introduction to Computer Science)

PROF. ANDREA MAURINO andrea.maurino@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.

Libri di testo adottati:

Marco Bertacca e Andrea Guidi, *Programmare in Java*, McGraw-Hill, 2007

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

Geologia strutturale (12fu)

(Structural Geology)

PROF. ALESSANDRO TIBALDI alessandro.tibaldi@unimib.it

DOTT. 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 (6 cfu)

(Structural Geology)

Prof. ALESSANDRO TIBALDI

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 per 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. Esempi di strutture geologiche fragili regionali in aree europee ed extra-europee. 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. Metodi di studio sul terreno. Le pieghe polifasiche. Esempi di strutture plicative in Italia e all'estero. Foliazioni e scistosità. Fratture e giunti tettonici, tipologie, caratteristiche, cause ed ambiente di formazione, disposizioni spaziali. Elementi di neotettonica. Le principali strutture connesse agli sforzi magmatici e i metodi per distinguerle dalle deformazioni tettoniche s.s.

Testi consigliati:

dispense e appunti del corso.

Per approfondimenti:

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

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 (6cfu)

(Geological Maps and cross-sections)

Dott. ANDREA BISTACCHI

Finalità. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di leggere, interpretare e implementare carte e sezioni 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. Al termine del corso si svolgerà una campagna geologica di più giorni.

Basi teoriche. Rappresentazione e basi topografiche. Analisi ed elaborazione di dati altimetrici. Costruzione di curve di livello per superfici di strato, faglie ed altre strutture

geologiche. Calcolo e misura di spessori ed inclinazioni reali ed apparenti. 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. Orientazione ottimale delle sezioni geologiche 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.

Costruzione di sezioni geologiche. 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.

Campagna geologica. Si tratta di un modulo di terreno, finalizzato all'apprendimento delle tecniche di base del rilevamento geologico. Nel corso della campagna sarà effettuato un esercizio pratico di rilevamento geologico, con particolare riguardo alle coperture sedimentarie, in contesti semplici dal punto di vista strutturale ubicati preferibilmente nel quadro del sistema Alpi-Appennino e aree adiacenti. La campagna comporta complessivamente 6 giorni di terreno distribuiti in un unico periodo. Per lo svolgimento di questa attività, gli studenti vengono divisi in piccoli gruppi (circa 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

Rilevamento Geologico (8cfu)

(Field Geology and Mapping)

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

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie, Piazza della Scienza, 4

Principi fondamentali di stratigrafia. 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. Osservazioni strutturali, misurazione di giaciture, 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 all'osservazione, descrizione e rappresentazione cartografica di coperture sedimentarie e unità di basamento, con applicazione delle tecniche di rilevamento apprese durante il corso.

Testi di riferimento:

Dispense a cura del docente, con eventuali testi di approfondimento indicati durante il corso.

Geochimica (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.

3° ANNO**Sedimentologia (6cfu)**

(*Sedimentology*)

DOTT. GIOVANNI VEZZOLI giovanni.vezzoli@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell' insegnamento

Riconoscere i diversi tipi di sedimenti e di rocce sedimentarie. Riconoscere i diversi ambienti sedimentari presenti sulla Terra. Analisi di facies.

Programma:

Definizione di sedimento e di roccia sedimentaria. La sedimentazione: processi e prodotti. Sedimenti coesivi e frizionali. Parametri statistici. Forma e arrotondamento. Porosità e diagenesi. Granuli intra e extrabacinali. Maturità tessiturale e compositiva. Sedimenti carbonatici e rocce carbonatiche. Granuli, matrice e cemento. Classificazione e analisi ambientale. Sedimenti terrigeni e rocce clastiche. Granuli, matrice e cemento. Classificazione e analisi di provenienza. Il trasporto dei sedimenti: carico di fondo e carico sospeso. Processi trattivi. Regimi di flusso. 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. Gli ambienti deposizionali: Le conoidi alluvionali e i fiumi a canali intrecciati. Le pianure alluvionali e i grandi fiumi meandriformi. I delta, le piane di marea e

le spiagge. Le piattaforme carbonatiche. Gli ambienti dolomitizzanti ed evaporitici. La piattaforma continentale. Gli ambienti pelagici e i bacini anossici. Le correnti di torbidità e le torbiditi.

Risultati di apprendimento previsti

La conoscenza dei diversi tipi di sedimenti, di rocce sedimentarie e degli ambienti sedimentari correlati. Il riconoscimento delle strutture sedimentarie e l'interpretazione sedimentologica di una successione terrigena/carbonatica.

Prerequisiti

Conoscenza della mineralogia e della petrografia delle rocce. Conoscenza dei principi stratigrafici fondamentali (Scala geocronologica e scala cronostatigrafica, principio di sovrapposizione degli strati, ecc.).

Modalità dell'esame: orale

Testi di riferimento:

Atlante delle rocce sedimentarie al microscopio. Adams A. E., McKenzie W. S., Guilford C. Titolo: Atlante delle rocce sedimentarie al microscopio Autori: Adams A. E., McKenzie W. S., Guilford C. Traduttore: Tomadin L. Editore: Zanichelli Collana: Geografia scienze della terra. Testi Data di Pubblicazione: 1988 ISBN: 8808064484 ISBN-13: 9788808064486 Pagine: 112

Lucidi di lezione del docente.

Geologia applicata (6cfu)

(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. Cenni di Idrogeologia generale e contaminanti Consolidazione e cedimenti. Subsidenza.

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. Cenni su stabilità dei versanti e loro stabilizzazione. Cenni su scavi in sotterraneo. Monitoraggio geotecnico. Comportamento in condizioni dinamiche. Zonazione sismica. Normative.

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 (6 cfu)

(Soil and Rock Mechanics Laboratory)

PROF. RICCARDO CASTELLANZA, riccardo.castellanza@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

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. Durante il corso verranno svolte prove guidate nei laboratori di meccanica delle terre e delle rocce dell'università.

Programma:

Meccanica delle terre: 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. Caratterizzazione terreni in condizioni non sature

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, flessione; misura delle caratteristiche geometriche e meccaniche dei giunti (JRC;JCS):prove di taglio diretto su giunti.

Modalità dell'esame: scritto e orale

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

Georisorse (6 cfu)

(Basics of Ore Geology, Industrial minerals and rocks)

PROF. FRANCO RODEGHIERO franco.rodeghiero@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 (4cfu) 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. Cenni sui principali metodi di coltivazione mineraria a cielo aperto e in sottosuolo. I fenomeni geologici della messa in posto dei corpi minerari in rapporto alle caratteristiche economiche e alla loro coltivabilità.

2 cfu verranno impiegati 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 una visita tecnica ad una cava o miniera, 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:

ANTHONY M. EVANS. "Ore geology and industrial minerals. An introduction."

Blackwell Scient. Publ., 3a,Ed. Oxford, 1993.

PIERO PRIMAVERI. "Pianeta pietra". Giorgi Zusi Editore, Verona. 1999.

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

Modalità d'esame:

Prova scritta sui minerali per l'industria. Prova pratica di riconoscimento campioni mineralizzati e marmette di materiale lapideo. Presentazione e discussione di una relazione personale sulle esercitazioni fuori sede. Prova orale sugli argomenti teorici.

Campagna geologica (4CFU)

(Geological mapping)

PROF. ALESSANDRO TIBALDI alessandro.tibaldi@unimib.it

PROF. ANDREA ZANCHI andrea.zanchi@unimib.it

DOTT.SSA NADIA MALASPINA nadia.malaspina@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Analogamente alla campagna geologica del 2° anno, 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 area opportunamente scelta alpina e/o appenninica. La campagna si sviluppa in un unico periodo di 6 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 (se necessario), (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.

Laboratorio SIT (6 cfu)

(GIS Lab)

DOTT. MATTIA DE AMICIS mattia.deamicis@unimib.it

Dipartimento di Scienze dell' Ambiente e del Territorio, Piazza della Scienza, 1

Obiettivi dell'insegnamento:

Il corso si propone di fornire allo studente le principali basi conoscitive e metodologiche su cui si basano i Sistemi Informativi Territoriali. Congiuntamente verranno presentati i principali campi di applicazione nell'ambito ambientale e geologico.

Contenuti delle lezioni frontali

Introduzione

Definizione di SIT, illustrazione dei campi di applicazione in ambito ambientale e geologico. Elementi di cartografia digitale; caratterizzazione dell'informazione geografica.

Modelli dati

Definizione dei modelli di dati spaziali vettoriale e raster; dalla realtà geografica al modello concettuale e di rappresentazione digitale. Concetto di topologia

Definizione di database, modelli di data base, relazioni tra data base e SIT, definizione di geodatabase e sue applicazioni. Forme normali e query

Modalità di acquisizione dei dati cartacei, creazione di data base spaziali.

Georeferenziazione: base concettuale e modalità di esecuzione

Analisi dei dati territoriali

Classificazione e principali applicazioni delle capacità analitiche di un SIT; funzioni di analisi nel modello dati vettoriale; selezione multipla e overlay topologico.

Analisi nel modello dati raster.

Interpolazione di dati puntuali: modelli di interpolazione e concetti di base di geostatistica.

Modelli digitali del terreno (DTM); definizione, modalità di realizzazione e campo di applicazione.

Concetto di Ortofoto, modalità di realizzazione e campo di applicazione

Rapporto tra SIT e cartografia, modalità di produzione e rappresentazione di carte tematiche.

Concetti e definizione di base sulla qualità del dato, definizione e funzionalità dei metadati.

Cartografia e web

Contenuti dei laboratori/esercitazioni

Esercitazioni pratiche mediante l'utilizzo dei principali software commerciali con applicazioni su casi di studi.

Modalità dell'esame:

Esame orale

Testi di riferimento:

Lucidi di lezione del docente e testi indicati nel corso delle lezioni.

Introduzione alla Geografia degli Oceani (6 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 marino 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 (6 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 fluvio-glaciale. Depositi 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 a scala 1:10.000.

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

Ford D.C., Williams P.W. 1989. Karst Geomorphology and Hydrology. Umwin Hyman Ltd. London.

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.

Benn D.I., Evans D.J.A. 1998. *Glaciers and Glaciations.* Arnold.

- Bradley R.S. 1999. Quaternary Paleoclimatology. Elsevier.
- 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 Leffe, 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.
- Bennet M.R., Glisser N.F. 2009. *Glacial Geology: Ice sheet and landforms* (2 edition). Wiley-Blackwell.
- Knight P.G. 2009. *Glacier Science and Environmental Change*. Wiley-Blackwell.

Ulteriori informazioni sul corso:

<http://geoserver.disat.unimib.it/valter/didattica/GeologiaQuaternario/index.html>

Ulteriori informazioni su esami e novità:

<http://geoserver.disat.unimib.it/valter>

**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 2012/2013

Presentazione

Il Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche ha una durata di due anni, durante i quali sono previsti 12 esami. Al termine degli studi, dopo aver acquisito 120 CFU, lo studente consegue il titolo di Laureato Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche. Tale titolo permette l'accesso a Master di secondo livello e al Dottorato di Ricerca, attivati 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

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, allo studio e alla valutazione della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni endogeni ed esogeni a grande scala, alla comprensione delle complesse interazioni tra evoluzione tettonica e sedimentazione nei vari contesti geodinamici e alla valutazione e all'utilizzo delle risorse naturali e delle materie prime.

Il Corso di Laurea Magistrale prevede una parte comune con insegnamenti volti ad ampliare la preparazione acquisita nel Corso di Laurea di primo livello 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 insegnamenti volti a fornire competenze specialistiche nei seguenti campi, che riflettono le competenze scientifiche e culturali sviluppate nell'ambito di questa sede e le richieste del mercato del lavoro:

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

Per l'acquisizione di **specifiche competenze nell'ambito della Geologia applicata**, sono previsti insegnamenti d'ambito geologico applicativo e geofisico che permetteranno al laureato di affrontare problemi inerenti l'applicazione delle conoscenze geologiche alla pianificazione del territorio, alla valutazione e mitigazione del rischio e della pericolosità geologica, alla caratterizzazione e modellazione degli acquiferi per la gestione delle risorse idriche e per l'analisi dei contaminanti, a problemi di ingegneria civile per la realizzazione di opere superficiali e in sotterraneo. Tali insegnamenti permetteranno di approfondire argomenti di base nel campo della geologia applicata, della geofisica e delle georisorse e di acquisire nuove conoscenze su tematiche specifiche, quali la valutazione del rischio geologico, 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.

Per l'acquisizione di **specifiche competenze nell'ambito della Geologia marina**, sono attivati 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. Sono inoltre previsti 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 bio-geochimici e per la ricostruzione degli ambienti marini attuali e del recente passato, anche in funzione dei cambiamenti climatici quaternari.

Infine, per l'acquisizione di **specifiche competenze nell'ambito della Geologia generale-Geodinamica**, sono previsti insegnamenti specialistici 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. Nell'ambito dei corsi previsti, 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 specifici 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 su moderne tecniche per la raccolta dei dati di terreno.

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.

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 sotterraneo, 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;
- coordinamento della sicurezza nei cantieri temporanei e mobili;
- 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:

- Geologi;
- Paleontologi;
- Geofisici;
- Cartografi e fotogrammetristi;
- Ricercatori e tecnici laureati nelle Scienze della Terra;
- Insegnanti nella formazione professionale.

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 appartenenti a questa tipologia sono concentrati soprattutto nel primo anno di corso.

Risultano obbligatori i seguenti insegnamenti: Geobiologia, Geologia dei bacini sedimentari, Geodinamica e Geologia strutturale, Idrogeologia e Geotecnica applicata.

Tra i restanti corsi offerti, è prevista la possibilità di scelta di uno tra i due insegnamenti contraddistinti dalle lettere (a), di uno tra i due insegnamenti contraddistinti dalla lettera (b) e di uno tra quelli contraddistinti dalla lettera (c), per un totale complessivo di tre insegnamenti.

Si ricorda che, tra i corsi a scelta, alcuni di questi sono rivolti a fornire competenze soprattutto nell'ambito della **Geologia applicata (Metodi di indagine geologico-tecnica, Georisorse minerarie e lapidei)**, altri hanno soprattutto contenuti adatti a sviluppare

competenze specifiche nell'ambito delle tematiche della **Geologia marina (Geomorfologia marina 1, Fisica degli oceani e dell'atmosfera)**, mentre i restanti presentano **contenuti di carattere geologico generale (Geocronologia e Archeometria, Prospezioni geofisiche)**.

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.).

Il corso di Statistica, attivato nel primo anno, risulta obbligatorio per tutti, mentre per tutti gli altri insegnamenti è prevista la scelta di un corso di 6 CFU, contraddistinto dalla lettera (d) nel primo anno di corso e di un insegnamento da 4 CFU (contraddistinto dalla lettera (e) per il secondo anno.

Si ricorda che, tra i corsi a scelta, alcuni sono rivolti a fornire competenze soprattutto nell'ambito della Geologia applicata (Geomorfologia dei bacini montani, Valutazione dei rischi geologici, Applicazioni GIS avanzate, Laboratorio di idrogeologia, Laboratorio di stabilità dei versanti, Scavo e consolidamento terre e rocce, Geofisica applicata), altri hanno soprattutto contenuti propri della Geologia marina (Geobiologia applicata 1, Paleoceanografia e Paleoclimatologia, Geomorfologia marina 2), mentre gli altri insegnamenti presentano contenuti tipici delle tematiche più generali tipiche della Geologia stratigrafica e strutturale a carattere generale e della Geodinamica (Geologia stratigrafica e regionale, Tettonica attiva e vulcanotettonica, Geologia del vulcanico, Modellazione geologica 3D).

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

Primo anno per un totale di 62 cfu e 9 esami:

Insegnamento	CFU	Tipologia attività formativa	Ambito	SSD	Moduli	Moduli CFU	Anno di corso
GEOBIOLOGIA	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/01	GEOBIOLOGIA	8	1
GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/02	GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI	8	1
GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	Caratterizzanti	Discipline geologiche e paleontologiche	GEO/03	GEODINAMICA E GEOLOGIA STRUTTURALE	8	1
IDROGEOLOGIA	8	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	IDROGEOLOGIA	8	1
GEOTECNICA APPLICATA	6	Caratterizzanti	Discipline ingegneristiche, giuridiche	ICAR/07	GEOTECNICA APPLICATA	6	1
STATISTICA	6	Affini e integrative		MAT/06	STATISTICA	6	1

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

GEOMORFOLOGIA MARINA	6	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/04	GEOMORFOLOGIA MARINA	6	1
METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	6	Caratterizzanti	Discipline geomorfologiche e geologiche applicative	GEO/05	METODI DI INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA	6	1

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

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

PROSPEZIONI GEOFISICHE	6	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/11	PROSPEZIONI GEOFISICHE	6	1
FISICA DEGLI OCEANI E DELL' ATMOSFERA	6	Caratterizzanti	Discipline geofisiche	GEO/12	FISICA DEGLI OCEANI E DELL' ATMOSFERA	6	1

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

GEOBIOLOGIA APPLICATA 1	6	Affini e integrative		GEO/01	GEOBIOLOGIA APPLICATA 1	6	1
GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE	6	Affini e integrative		GEO/02	GEOLOGIA STRATIGRAFICA E REGIONALE	6	1
TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA	6	Affini e integrative		GEO/03	TETTONICA ATTIVA E VULCANOTETTONICA	6	1
GEOLOGIA DEL VULCANICO	6	Affini e integrative		GEO/03	GEOLOGIA DEL VULCANICO	6	1
GEOMORFOLOGIA DEI SISTEMI MONTANI	6	Affini e integrative		GEO/04	GEOMORFOLOGIA DEI SISTEMI MONTANI	6	1
VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI	6	Affini e integrative		GEO/05	VALUTAZIONE DEI RISCHI GEOLOGICI	6	1

Secondo anno per un totale di 58 cfu e 2 esami:

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/08	GEOCRONOLOGIA E ARCHEOMETRIA	6	2
GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	Caratterizzanti	Discipline mineralogiche, petrografiche	GEO/09	GEORISORSE MINERARIE E LAPIDEI	6	2

UN INSEGNAMENTO A SCELTA TRA:

GEOMORFOLOGIA MARINA 2	4	Affini e integrative		GEO/04	GEOMORFOLOGIA MARINA 2	4	2
PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA	4	Affini e integrative		GEO/01	PALEOCEANOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA	4	2
MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D	4	Affini e integrative		GEO/03	MODELLAZIONE GEOLOGICA 3D	4	2
LABORATORIO DI IDROGEOLOGIA	4	Affini e integrative		GEO/05	LABORATORIO DI IDROGEOLOGIA	4	2
APPLICAZIONI GIS AVANZATE	4	Affini e integrative		GEO/05	APPLICAZIONI GIS AVANZATE	4	2
LABORATORIO DI STABILITA' DEI VERSANTI	4	Affini e integrative		GEO/05	LABORATORIO DI STABILITA' DEI VERSANTI	4	2
SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	4	Affini e integrative		GEO/05	SCAVO E CONSOLIDAMENTO TERRE E ROCCE	4	2
GEOFISICA APPLICATA	4	Affini e integrative		GEO/11	GEOFISICA APPLICATA	4	2

		CFU	Anno di corso
A scelta autonoma dello studente (art.10, comma 5, lettera a)		14	2
Per la prova finale (art.10, comma 5, lettera c)		32	2
Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)	Stage	2	2

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).

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 didattica assistita e ore di studio individuale secondo le seguenti configurazioni:

- 1 CFU di lezione frontale = 8 ore di impegno in aula,
- 1 CFU di esercitazione = 12 ore di impegno in aula,
- 1 CFU di laboratorio = 12 ore di impegno in laboratorio,
- 1 CFU attività sul terreno = 12 ore di attività sul terreno
- 1 CFU di tirocinio = 25 ore di attività

Modalità di verifica del profitto

Le modalità di verifica del profitto degli studenti prevedono, per le discipline relative alle attività formative di tipo caratterizzante e affini/integrative, un esame o una prova finale 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 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.

Attività di orientamento e tutorato

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

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 32 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 al II anno di corso secondo le modalità che verranno pubblicate sul web di Ateneo. La domanda dovrà contenere il piano di studi e una breve descrizione delle attività in oggetto, controfirmate dallo studente e dai supervisori 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..

Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento

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

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

(Con specifica indicazione dei docenti di cui all' art. 1, comma 9 dei DD.MM., 16 marzo 2007, e dei loro requisiti specifici rispetto alle discipline insegnate)

GEO/01	Daniela Basso	Geobiologia, Geobiologia Applicata 1
GEO/01	Elisa Malinverno	Paleoceanografia e Paleoclimatologia, Geobiologia applicata 1
GEO/02	Eduardo Garzanti	Geologia dei bacini sedimentari, Geologia stratigrafica e regionale
GEO/02	Marco Malusà	Geologia stratigrafica e regionale
GEO/03	Andrea Zanchi	Geodinamica e geologia strutturale
GEO/03	Alessandro Tibaldi	Tettonica attiva e vulcano tettonica
GEO/03	Andrea Bistacchi	Modellazione geologica 3D
GEO/04	Francesco Brardinoni	Geomorfologia dei sistemi montani
GEO/04	Alessandra Savini	Geomorfologia marina 1, Geomorfologia marina 2
GEO/05	Giovanni Battista Crosta	Idrogeologia
GEO/05	Paolo Frattini	Applicazioni GIS avanzate, Laboratorio di Idrogeologia, Valutazione dei rischi geologici
GEO/05	Federico Agliardi	Metodi di indagine geologico-tecnica, Laboratorio di stabilità dei versanti
GEO/08	Igor Villa	Geocronologia e Archeometria
GEO/09	Alessandro Cavallo	Georisorse minerali e lapidei
GEO/12	Claudia Pasquero	Fisica degli oceani e dell' atmosfera
ICAR/07	Riccardo Castellanza	Geotecnica applicata, Scavo e consolidamento terre e rocce
MAT/06	Federica Masiero	Statistica
FIS/02	Marcello Campione	Geotecnica applicata

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:

Prof. Giovanni Battista Crosta (Tel. 02-64482029, giovannibattista.crosta@unimib.it);

Prof. Eduardo Garzanti (Tel. 02-64482088, eduardo.garzanti@unimib.it);

Segreteria didattica: Tel.0264482022; Fax 0264482073;

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

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

Indirizzo internet del Corso di Laurea: 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

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 (8 cfu)

(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, 12 ore di laboratorio e 12 ore di attività di terreno (2 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 l'analisi dei differenti contesti geodinamici e delle principali strutture connesse, con particolare riferimento ai margini attivi e alle catene orogeniche. Oltre alla presentazione di principi generali e modelli teorici, le lezioni affronteranno numerosi esempi di casi di studio reali riferiti principalmente alla catena alpino-himalayana e all'area mediterranea.

Principali argomenti del corso: la risposta alla deformazione dei materiali rocciosi: deformazione elastica, comportamento fragile, comportamento duttile, plasticità intracristallina e strutture associate; reologia della litosfera e dell'astenosfera. Meccanica della fratturazione, giunti, faglie, terremoti, zone di taglio duttili e miloniti, pieghe, foliazioni e lineazioni.

Cinematica delle placche; frammentazione dei continenti, processi di oceanizzazione e tipi di margini passivi; dorsali e trasformati oceaniche; margini attivi, zone di subduzione e prismi d'accrescimento; orogeni andini non collisionali e collisione continentale; catene a pieghe e sovrascorrimenti, trasformati intracontinentali; fenomeni di indentazione a scala continentale e collasso post-orogenico.

Le esercitazioni verteranno sull'utilizzo avanzato degli stereogrammi (poli, lineazioni, strie, analisi dinamica di popolazioni di faglie semplici, rotazioni complesse, ecc.) e sulla costruzione di sezioni geologiche riferite a differenti contesti attraverso l'utilizzo di tecniche geometriche avanzate.

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 è orale e verte sugli argomenti trattati nelle lezioni e sullo sviluppo di un argomento eventualmente concordato con ciascun studente.

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

Testi consigliati per la consultazione (**in neretto i più importanti per la preparazione dell'esame**):

- Blenkinsop T., 2002. Deformation Microstructures and Mechanisms in Minerals and Rocks. Kluwer Academic Publishers.
- Boillot G. and Coulon C., 1998. La déchirure continentale et l'ouverture océanique. Geologie des marges passives. Gordon and Breach Science Publishers.
- **Fossen H. Structural Geology. Cambridge University Press 2010 e relativo materiale didattico on line.**
- **Kearey Ph., Clapeis K.A. and Vine F.J., 2009. Global Tectonics (third edition). Wiley-Blackwell, 482 pp.**
- Hancock P.L., 1996 Continental Deformation. Pergamon Press
- Passchier, C. W. & Trouw, R. A. J. 2006. Microtectonics (second edition). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- 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.
- Twiss R.J. & Moores E. M., 2007. Structural Geology, W.H. Freeman and Company, New York.
- **Dispense del corso e articoli consigliati**

Idrogeologia (8 cfu)

(Hydrogeology)

PROF. GIOVANNI CROSTA giovanni.crosta@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. Il corso si prefigge inoltre di spiegare le modalità di trasporto e propagazione dei contaminanti nonché le tecniche di messa in sicurezza e bonifica.

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. Cenni di

idrochimica. Composti organici ed inorganici nelle acque sotterranee. Progettazione e installazione di pozzi. Monitoraggio e interpretazione di test in pozzo e di pompaggio. Campionamento in pozzo. NAPL. Processi multi-fluido. Meccanismi di trasporto di soluti e migrazione di contaminanti in suoli saturi ed insaturi. Interazione tra matrice e soluti. Equazione advezione dispersione. Traccianti. Delimitazione fasce di rispetto. Trasformazione, attenuazione e decadimento dei contaminanti. Biodegradazione: teoria, stime in sito e modelli. Opere per la messa in sicurezza e bonifica di siti contaminati. Normative di riferimento: legislazione regionale, nazionale e comunitaria in tema di acque sotterranee e superficiali.

Esercitazioni di laboratorio: costruzione di reti di flusso; soluzioni semplici del flusso idrico sotterraneo; interpretazione di test in pozzo, progettazione di attività di bonifica di siti contaminati.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Geobiologia (8 cfu)

(*Geobiology*)

PROF. DANIELA BASSO daniela.basso@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento

Fornire le competenze per la comprensione delle interazioni tra biosfera, idrosfera e geosfera. Acquisire gli schemi concettuali e operativi per lo studio e l'interpretazione degli ambienti marini attuali e per la ricostruzione degli ambienti marini e della loro evoluzione nel registro geologico.

Programma

Lezioni: Il benthos nella geologia storica. Tipi di estinzione e principali eventi nella storia della Terra. La comparsa della calcificazione organica e i processi di biomineralizzazione. Fotosintesi e chemiosintesi. Chimica degli oceani e biomineralizzazione. Biogeografia del plancton. Evoluzione delle associazioni di biocostruttori nel Fanerozoico. La biocostruzione attuale: strutture, associazioni biologiche, fattori ecologici di controllo e distribuzione. Caratteri diagnostici, significato e distribuzione delle principali associazioni bentoniche e sedimenti associati. Zonazione del benthos nei mari attuali come chiave d'interpretazione del record geologico. Il ruolo del benthos nella geomorfologia ed evoluzione delle piattaforme carbonatiche. Biocenosi, comunità, associazioni e interpretazione dei *fossil assemblages* in funzione dei principali processi biostratigrafici. Fenomeni chimici all'interfaccia acqua-sedimento. Riconoscimento e interpretazione delle principali ichnofacies. Proxies biogeochimici e archivi naturali. Il global change in corso e il *feed-back* geobiologico.

Esercitazioni. Analisi geobiologica di materiale fossilifero e sua interpretazione.

Uscita didattica presso una o più successioni sedimentarie carbonatiche terziarie e/o quaternarie.

Modalità d'esame: *Esame orale* preceduto da un test scritto. La valutazione finale richiede la presentazione di una relazione relativa all'attività di laboratorio ed una relativa all'uscita didattica.

Geotecnica Applicata (6cfu)

(Applied Geotechnical Engineering)

PROF. RICCARDO CASTELLANZA, riccardo.castellanza@unimib.it

DOTT. MARCELLO CAMPIONE, marcello.campione@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire competenze specifiche legate al profilo del geologo applicato in relazione alle principali opere di ingegneria geotecnica. Le conoscenze di base acquisite nel corso di geologia applicata verranno applicate all'analisi di problemi al contorno con metodi tradizionali e metodi numerici.

Programma:

Richiami teorici

Richiami di meccanica dei geomateriali, introduzione alla modellazione costitutiva dei terreni e delle rocce. Criteri di rottura per analisi a breve termine ed a lungo termine. Richiami interazione fluido terreno in regime di filtrazione stazionario e transitorio.

Analisi di opere geotecniche

Metodi di calcolo della spinta delle terre su opere di sostegno. Analisi di stabilità di muri di sostegno a gravità ed a mensola e di opere di sostegno realizzate con terre armate e rinforzate mediante geosintetici. Metodi di verifica di paratie a mensola e tirantate.

Analisi limite per l'ingegneria geotecnica. Calcolo della capacità portante di fondazioni superficiali soggette a differenti condizioni di carico. Capacità portante di fondazioni profonde su pali e palificate. Cenni al calcolo dei cedimenti delle fondazioni.

Analisi di stabilità scivolamenti traslazionali (metodi dell'equilibrio limite e di Newmark).

Analisi di stabilità di scivolamenti con meccanismo rotazionale. Analisi di stabilità di blocchi rocciosi (scivolamento planare, scivolamento a cuneo, ribaltamento). Stabilità di scarpate e di fronti di scavo. Cenni alle opere in sotterraneo.

Analisi di stabilità di argini fluviali e dighe in terra Metodi di analisi per la caduta massi.

Interventi di stabilizzazione di versanti. Drenaggi profondi e trincee drenanti.

Cenni alla normativa vigente

Modellazione numerica

Introduzione ai metodi di modellazione numerica per problemi geotecnici. Metodi degli elementi finiti e degli elementi discreti. Cenni a modelli costitutivi avanzati per i terreni.

Applicazione numeriche a problemi geotecnici; in particolare analisi di stabilità di versanti, di opere di sostegno e di scavi.

Modalità dell'esame: scritto e orale

Testi consigliati:

Nova R. (2002) Fondamenti di Meccanica delle Terre. McGraw-Hill, Milano.

Nova R. (2008). Meccanica delle Costruzioni Geotecniche. Città Studi, Milano.

Ulteriori testi verranno indicati all'inizio del corso dal docente.

Statistica (6cfu)

(*Statistical Methods*)

DOTT.SSA FEDERICA MASIERO federica.masiero@unimib.it

Dipartimento di Matematica e Applicazioni Via Cozzi, 53

Programma:

Statistica Descrittiva: Vettori di dati, Media, varianza, deviazione standard. Diagrammi 'stem and leaf'.

Istogrammi. Mediana, quartili, quantili, Boxplot.

Covarianza e coefficiente di correlazione, diagramma di dispersione.

Probabilità: Spazio campionario, eventi indipendenti e probabilità condizionata. Variabili aleatorie discrete, densità, media e varianza di v.a. discreta.

Variabili aleatorie continue, densità, funzione di distribuzione, media, varianza.

Distribuzioni gaussiane.

Legge dei grandi numeri. Teorema del limite centrale (uso delle tavole della normale standard).

Statistica Inferenziale: Campioni, stimatori, stimatori non distorti. Stimatore della media e della varianza.

Intervalli di confidenza per la media (a varianza nota e ignota). Generalità sui test statistici, errore di prima e di seconda specie. P-value.

Test su una media (monolatero e bilatero a varianza nota e ignota); test su due medie.

Test chi-quadro di adattamento e di indipendenza. Analisi della varianza. Regressione lineare.

Libro di testo:

Sheldon M. Ross, "Introduzione alla Statistica", Apogeo.

Libri consigliati:

Sheldon M. Ross, "Probabilità e statistica per l'ingegneria e le scienze 2a edizione", Apogeo.

Geomorfologia marina 1 (6cfu)

(*Marine Geomorphology 1*)

DOTT.SSA ALESSANDRA SAVINI alessandra.savini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Geomorfologia dei margini continentali: interazione fra geosfera, idrosfera e biosfera. Evoluzione Quaternaria climatica e sedimentaria dei margini continentali europei.

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.

Processi e prodotti sedimentari in ambiente profondo (sedimentazione pelagica, processi di risedimentazione episodici, correnti di fondo semi-permanenti). I sistemi deposizionali in ambiente profondo (elementi morfologici).

Elaborazione ed analisi di dati acustici acquisiti in mare. Mappatura delle principali biocenosi bentoniche e loro caratterizzazione morfologica e fisiografica. Produzione di cartografie tematiche e realizzazione di sistemi informativi territoriali in ambiente marino.

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

Metodi di indagine geologico-tecnica (6 cfu)

(Engineering geological survey)

DOSS. AGLIARDI FEDERICO federico.agliardi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

fornire conoscenze approfondite sulla raccolta, rappresentazione e analisi di dati da rilevamento geologico-tecnico e indagini del sottosuolo, ai fini della caratterizzazione dei geomateriali (terreni e rocce) e della definizione dei loro parametri fisico-meccanici.

Programma:

Teoria: applicazioni dell'indagine geologico-tecnica di superficie e del sottosuolo. Norme tecniche e pianificazione delle indagini. Fasi di indagine e di progetto. Rappresentazione dei dati geologico-tecnici. Strategie di campionamento. Contributo dei dati geologico-tecnici alla realizzazione di modelli geologici e geotecnici.

Rilevamento geologico-tecnico: aspetti geologici e metodologici generali. Tecniche di proiezione stereografica: analisi statistica di dati di orientazione, proiezioni emisferiche e loro applicazioni geologico-tecniche e geomeccaniche.

Natura e comportamento degli ammassi rocciosi. Resistenza e deformabilità di roccia intatta, discontinuità e ammasso roccioso. Caratterizzazione di ammassi rocciosi tramite rilievi delle discontinuità (campionamento areale e lineare) in campagna o basati su tecniche remote (es. TDP, TLS). Classificazioni geomeccaniche. Proprietà meccaniche e idrauliche degli ammassi rocciosi: l'approccio di Hoek e Brown. Caratterizzazione di ammassi rocciosi deboli e/o strutturalmente complessi. Descrizione e caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni sciolti. Esecuzione di semplici prove di identificazione in sito. Classificazioni tecniche delle terre da dati di rilevamento geologico-tecnico.

Indagine geologica e geotecnica del sottosuolo: generalità e pianificazione. Perforazioni di sondaggio con trivelle, a percussione e a rotazione: attrezzature e modalità esecutive. Fluidi di perforazione. Stabilizzazione del foro. Sondaggi inclinati. Carotaggio continuo. Campionamento geotecnico di terre e rocce in scavi o fori di sondaggio: fattori di disturbo, tecniche di prelievo e conservazione. Logs di foro. Logs di sondaggio: ricostruzione della stratigrafia e caratterizzazione geotecnica e geomeccanica di carote di sondaggio.

Prove geotecniche in situ: applicabilità, vantaggi e limitazioni. Prove penetrometriche dinamiche (SPT, DP) e statiche, prove scissometriche, dilatometriche e pressiometriche. Misura delle pressioni neutre.

Esercitazioni in laboratorio: proiezioni stereografiche, classificazione geologico-tecnica di terreni, esecuzione di logs di sondaggio, elaborazione di dati da prove in situ.

Uscite in campagna: descrizione geomeccanica di ammassi rocciosi, indagini in sito.

Esame: Orale sulla teoria e discussione di relazioni sulle attività svolte in laboratorio e sul campo.

Prospezioni geofisiche (6 cfu)

(Geophysical Prospecting)

Obiettivi: Il corso si propone di introdurre gli studenti alla comprensione teorica e pratica delle tecniche di prospezione geofisica, con particolare riguardo ai metodi sismici ed metodi elettrici. Particolare attenzione è rivolta a raggiungere la capacità minima professionale per sapere acquisire ed saper interpretare dati di simica a rifrazione e dati di sondaggi elettrici verticali.

Temi affrontati: Introduzione all'inversione di dati geofisici: spazio dei dati e dei modelli e ipotesi a-priori: il problema della regressione di dati sperimentali come problema inverso. Introduzione all'analisi del segnale geofisico e loro trattamento basico (analisi spettrale, filtraggio, convoluzione e crosscorrelazione). Introduzione al processing in diversi domini di elaborazione (tempo, frequenza e numeri d'onda). Onde e loro generalità, propagazione delle onde acustiche ed elastiche: fronti d'onda e raggi sismici. Relazione tra velocità delle onde elastiche e moduli elastici. Sismica a rifrazione e suoi fondamenti teorici. Tecniche di acquisizione dati e metodi di inversione dei dati a rifrazione: singolo profilo, profili reciproci, delay-time, GRM. Tecniche di imaging a rifrazione e tomografia sismica da primi arrivi.

Metodo di sismica a riflessione e suoi fondamenti teorici. Tecniche di acquisizione dati sismici a riflessione e configurazioni dati. Domini e principali passi di elaborazione di dati sismici a riflessione: Input della geometria, filtraggi, guadagno, sorting del dato, analisi di velocità, correzione di NMO, stacking e migrazione.

Teoria di base del metodo della resistività in corrente continua. Legge di Archie . Sondaggi elettrici verticali, profili di resistività e tomografia elettrica . Inversione dati geoelettrici ed interpretazione: metodi di inversione numerica e metodi degli abachi e delle curve ausiliarie. Metodo della polarizzazione indotta nel dominio del tempo e della frequenza. Cenni su altri metodi di prospezione: teorie di base, parametri misurabili e campi di applicazione.

Per i metodi presi in considerazione verrà dato particolare risalto alle loro potenzialità nei diversi settori d'esplorazione e alle relative limitazioni. Infine per le tecniche di prospezione sismica ed elettrica saranno trattati gli aspetti pratici di progettazione dei rilievi in campo e dei relativi protocolli di acquisizione con riferimento alle procedure di misura e relativa logistica.

Attività non frontali: Sono previste esercitazioni in laboratorio/aula dedicate alla parte di elaborazione dati. Inoltre si prevedono almeno due esercitazioni di campagna una di sismica a rifrazione (1 uscita) e una di geoelettrica (1 uscita) esse saranno seguite da sessioni di laboratorio per l'interpretazione dei dati raccolti.

Strumenti: Durante il corso si utilizzeranno softwares dedicati all'elaborazione di segnali sismici e di dati geoelettrici oltre che di fogli elettronici e programmi di calcolo quali Matlab. All'inizio del corso si indicano anche dei siti web selezionati per avere un supporto e-learning nel settore dell'insegnamento.

Modalità d'esame:Esame orale. L'ammissione all'esame orale prevede l'obbligo della presentazione sotto forma di elaborati relativi allo svolgimento di due esercizi nominali a casa sull'interpretazione di dati di sismica a rifrazione e sondaggi elettrici.

Materiale didattico e Testo consigliato

Slides delle lezioni frontali e materiale aggiuntivo bibliografico.

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

Fisica degli oceani dell'atmosfera (6CFU)

(Atmospheric and Oceanic physics)

PROF. Claudia Pasquero claudia.pasquero@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie

Piazza della Scienza, 4

SCOPO DEL CORSO: Fornire le conoscenze di base dei fluidi geofisici con particolare attenzione alla troposfera e agli oceani. Dopo una prima parte dedicata alle proprietà fisiche fondamentali, verranno introdotte le leggi dinamiche dei moti oceanici ed

atmosferici. Verranno quindi analizzate alcune soluzioni approssimate di tali leggi, che ben descrivono caratteristiche salienti della circolazione oceanica ed atmosferica.

FISICA DELL'ATMOSFERA: Composizione e stratificazione. Equazione di stato.

Radiazione: diffusione, assorbimento, emissione, bilancio radiativo.

Effetto serra. Termodinamica. Umidità. Lapse rate. Energia e stabilità statica. Aerosol. Nubi.

FISICA DEGLI OCEANI: Propagazione della luce e del suono. Temperatura e salinità.

Equazione di stato. Stratificazione. Distribuzione di traccianti. Bilancio di calore. Processi costieri. Maree.

DINAMICA DELL'ATMOSFERA E DELL'OCEANO: Equazioni di Navier Stokes.

Conservazione della massa. Approssimazione idrostatica. Approssimazione geostrofica.

Cicloni e anticicloni. Equilibrio del vento termico.

Vorticità. Strato limite. Circolazione a grande scala. Venti. Giri oceanici subtropicali e polari, correnti sullo strato limite occidentale.

Onde di gravità. Onde di Rossby e di Kelvin. Flussi turbolenti.

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

Geobiologia applicata 1 (6 cfu)

(*Applied Geobiology 1*)

PROF. Daniela Basso daniela.basso@unimib.it

DOTT.SSA Elisa Malinverno elisa.malinverno@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento

Stimolare la riconsiderazione delle proprie competenze teoriche e pratiche in funzione dell'individuazione e soluzione di un problema reale, nell'ambito del monitoraggio e valutazione ambientale in ambiente marino. Acquisire competenze pratiche necessarie al ruolo professionale del geologo marino nella pianificazione e presentazione di un programma di lavoro.

Programma

Lezioni: Paleoecologia marina applicata: concetti e tecniche di paleontologia, paleoecologia e geobiologia applicati all'interpretazione dell'evoluzione olocenica degli ambienti marini o parali, in funzione dei cambiamenti naturali e della storia dell'impatto umano. Analisi statistica multivariata applicata all'analisi paleoecologica.

Esercitazioni: 1) Analisi macro e micro paleontologiche e integrazione dei risultati, finalizzate ad una ricostruzione (paleo)ambientale. 2) Simulazione della redazione di un piano di lavoro implicante il riconoscimento e la descrizione di ambienti marini e la ricostruzione della loro evoluzione recente, in funzione della storia naturale e umana del sito.

Modalità d'esame: Esame orale. L'esame consiste nella valutazione dei risultati acquisiti dalle indagini di laboratorio e nella discussione del loro significato. E' prevista inoltre una presentazione collettiva della simulazione di progetto.

Testi consigliati: la documentazione verrà fornita dal docente durante il corso.

Geologia Stratigrafica e Regionale (6 cfu)

(*Advanced Stratigraphy and Regional Geology*)

PROF. EDUARDO GARZANTI eduardo.garzanti@unimib.it

DOTT. MARCO MALUSA' marco.malusa@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: escursioni plurigiornaliere nel sistema Alpi-Appennino.

Testi e articoli di riferimento:

Geologia Stratigrafica

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.

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.

Geologia Regionale :

Dispense e articoli indicati dal docente

Tettonica attiva e vulcanotettonica (6 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 parti:

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; stress e deformazioni nelle caldere, stratovulcani, vulcani a scudo, duomi e coni piroclastici. I collassi laterali di settore e del fianco dei vulcani; 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; intrusive flower structures; 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 (6 cfu)

(Volcano Geology)

DOTT. GIANLUCA GROPELLI

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; stratigrafia, litostratigrafia e unità sintemiche. Relazioni con la tettonica ed evoluzione del vulcanismo in differenti regimi geodinamici; la valutazione della pericolosità in ambiente vulcanico.

3) campagna 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, K. Németh, & U. Martin, Practical Volcanology (2007)

Geomorfologia dei sistemi montani (6 cfu)

(Mountain geomorphology)

DOTT. FRANCESCO BRARDINONI francesco.brardinoni@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento: Comprensione dell'evoluzione del paesaggio post-glaciale montano mediante l'analisi quantitativa della superficie Terrestre e dei processi geomorfologici attivi. Verranno considerati casi studio e letture relative ad ambienti montani delle Alpi Italiane, del British Columbia (Canada), della Norvegia e del Giappone.

Strumenti: lezioni frontali - discussione di articoli scientifici in classe - laboratori di foto interpretazione - laboratori GIS - escursione finale

Lezioni frontali:

- Introduzione agli elementi topografici del paesaggio montano - Processi geomorfologici di versante e fluviali, domini geomorfologici e relative firme topografiche (geomorfologia quantitativa) - Le sorgenti di sedimento - Connettività tra processi geomorfologici di versante e fluviali: linkages sedimentari (falde detritiche, conoidi e coni) e concetto di *coupling* geomorfologico - I concetti di ambiente glaciale, periglaciale e paraglaciale - Il ruolo dei depositi di origine glaciale e post-glaciale sulle dinamiche geomorfologiche attuali - I torrenti montani: morfologia e processi di trasporto - Tecniche di rilevamento topografico e di monitoraggio del trasporto in torrenti montani e pedemontani - Budget di sedimento a scala di bacino: produzione, trasporto e deposizione di detrito - Evoluzione del paesaggio dovuto a glaciazioni Pleistoceniche di diversa natura e intensità

Laboratori GIS:

(a) Breve ripasso di GIS: editing di punti, linee e poligoni, operazioni di base su dati raster; (b) Estrazione di profili longitudinali e sezioni vallive trasversali; (c) Applicazione di algoritmi geomorfologici per l'estrazione di parametri morfometrici del paesaggio.

Laboratori di fotointerpretazione:

(a) Breve introduzione alla interpretazione di foto aeree; (b) Identificazione e interpretazione di forme glaciali, periglaciali e post-glaciali; (c) Identificazione e interpretazione di forme di versante e fluviali.

Escursione:

Tre giorni di terreno in Val di Sole (TN) e/o in Val Venosta (BZ) al fine di:

(i) riconoscere elementi del paesaggio e i processi geomorfologici attivi; (ii) mettere in pratica alcune tecniche spiegate a lezione; (iii) visitare direttamente le aree osservate in laboratorio da fotografie aeree.

Modalità d'esame:

- Presentazione (20 minuti) di due articoli in classe (25%)
- Progetto individuale o a coppie su dati raccolti in campo (75%)

Valutazione dei rischi geologici (6 cfu)

(Assessment of geological risks)

DOTT. FRATTINI PAOLO 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, la valutazione e la mitigazione dei rischi geologici.

Programma:

Definizione di rischio, valutazione del rischio e gestione del rischio. Descrittori del rischio individuale, sociale ed economico, Curve FN. Accettabilità del rischio.

Rischio idraulico: processi idrologici che contribuiscono all'idrogramma di piena, analisi delle condizioni geologiche e ambientali che controllano tali processi, cenni di idraulica fluviale, tipi di alluvioni e condizioni di pericolosità. Determinazione della relazione portata - tempo di ritorno, modellazione del flusso e perimetrazione e delle aree inondabili. Curve di vulnerabilità. Tecniche di mitigazione e monitoraggio.

Rischio da frana: richiamo di conoscenze di geologia applicata per fattori che controllano l'instabilità, tipologie di frana e condizioni di pericolosità. Valutazione del tempo di ritorno e relazione magnitudo-frequenza, valutazione della suscettibilità, modellazione della propagazione. Vulnerabilità. Tecniche di mitigazione e monitoraggio.

Rischio sismico: descrittori di pericolosità sismica e spettro di risposta elastico. Analisi della pericolosità sismica regionale con tecniche probabilistiche (PSHA) per la valutazione della curva di Hazard. Effetti di sito e fenomeni co-sismici. Valutazione della pericolosità locale. Cenni alla normativa tecnica delle costruzioni 2008 e valutazione dell'azione sismica. Curve di fragilità. Tecniche di mitigazione e monitoraggio.

Rischio valanga: cenni di nivologia delle valanghe, processi di distacco, trasporto e accumulo e classificazione delle valanghe. Valutazione del tempo di ritorno e della relazione intensità - frequenza. Studio delle Linee Guida AINEVA per la perimetrazione delle aree a rischio valanghivo in ambiente alpino. Tecniche di mitigazione e monitoraggio.

Introduzione a altri rischi geologici: erosione del suolo e delle coste, attività vulcanica, tsunami, alluvioni costiere.

Cenni alla normativa nazionale e regionale per la perimetrazione delle aree a rischio a fini di pianificazione.

Testi consigliati:

verranno indicati all'inizio del corso dal docente.

Esame: orale.

2° ANNO

Geocronologia e archeometria (6 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.

Georisorse minerarie e lapidei - (6 cfu)

(*Earth resources: industrial minerals and rocks*)

DOTT. ALESSANDRO CAVALLO alessandro.cavallo@unimb.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.

Parti teoriche (4 CFU): **principali processi genetici dei giacimenti:** processi crostali interni e superficiali (processi magmatici, idrotermali, sedimentari, arricchimento supergenico). Principali tipologie di giacimenti minerari: mesotermali, epitermali, porphyry, greisen, skarn, SEDEX (*sedimentary-exhalative*), VMS (*volcanic massive sulphide*), Cr e PGE (*platinum group elements*), BIF (*banded iron formations*). Principali tessiture e paragenesi degli *ore minerals*. Cartografia tematica mineraria e metallogenica. Metodologie di studio e di campionatura dei giacimenti. Suddivisione dei giacimenti in blocchi di coltivazione e diagrammi tenori - tonnellaggi – prezzi.

Relazioni tra tettonica e metallogenesi, dall'Archeano al Fanerozoico. Cenni sulla distribuzione delle Province metallogeniche e la tettonica delle placche.

Criteri generali di impostazione dell'attività estrattiva: importanza dello studio geologico preliminare. Approfondimenti sul quadro legislativo in materia di ricerca, scavo ed estrazione di materie prime per l'industria. Approfondimenti sui principali metodi di coltivazione e sulle diverse tipologie di cave e miniere.

Cenni sul recupero ambientale, drenaggio acido di miniera (ARD, *acid rock drainage*). Minerali nocivi per la salute: amianto, silice, zeoliti fibrose.

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 verrà approfondito il riconoscimento e la caratterizzazione di campioni di minerali (*ore minerals* e *industrial minerals*) e di rocce utili su un set più esteso di collezioni didattiche. Osservazioni su provini al microscopio in luce riflessa. Caratterizzazione mineralogica mediante diffrattometria a raggi-X su polveri (XRPD), microscopia elettronica a scansione (SEM) associata alla microanalisi in dispersione di energia (EDS).

Attività di campo (1 CFU): sono previste esercitazioni fuori sede giornaliere, eventualmente integrate con – o costituite da - un viaggio d'istruzione di 2 giorni, con visita a località estrattive di particolare significato, sia per minerali industriali che per materiali lapidei, con annessi impianti di lavorazione o trattamento.

Propedeuticità:

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

TESTI CONSIGLIATI:

Appunti, materiale e schemi distribuiti durante il corso.

ROBB L. – “Introduction to ore forming processes”. Blackwell Publishing, 2005

EVANS A. M. - "Ore geology and industrial minerals. An introduction." Blackwell Science, 3°Ed. 1993.

CRAIG J.R & VAUGHAN D. J. – “Ore microscopy & ore petrography”. 2° Ed., John Wiley & Sons, 1994.

PIERO PRIMAVORI - “Planet Stone”. Giorgi Zusi Editore, 1999.

PIERO PRIMAVORI - “Il Primavori: lessico del settore lapideo. Stone sector lexicon”. Giorgi Zusi Editore, 2004.

VAUGHAN D. & WOGELIUS R. A. – “Environmental mineralogy”. Eötvös University Press, 2000.

SAHAI N. & SCHOONEN M. A. A. – “Medical mineralogy and geochemistry”. Reviews in mineralogy and geochemistry, volume 64. Geochemical Society Mineralogical Society of America, 2006.

P. W. HARBEN, R. L. BATES. - "Geology of the Non metallics". Metal Bulletin Inc., New York, 1984.

P. ZUFFARDI - “Giacimentologia, Prospezione mineraria, problemi geo-ambientali.” 3°Ed. Pitagora Editrice, 2002

F. BRADLEY - “L'escavazione del marmo. Manuale tecnico-commerciale”. Promorama, 1999.

European standard EN 12407, EN 12440, prEN 12670 – CEN, Bruxelles, 2000.

G. BLANCO - “Dizionario dell'Architettura di Pietra. I Materiali – 1”. Carocci Ed., Roma, 2000.

Modalità d'esame:

Prova scritta con successiva prova orale sugli argomenti teorici. Prova pratica con riconoscimento campioni di minerali e rocce ornamentali e con lettura e interpretazione di carte tematiche. Presentazione e discussione di una relazione personale sulle visite tecniche sul campo e sui cantieri.

Paleoceanografia e Paleoclimatologia (4 cfu)

(*Paleoceanography and Paleoclimatology*)

DOTT.SSA ELISA MALINVERNO elisa.malinverno@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Comprensione del sistema climatico, della sua variabilità, delle teleconnessioni e delle variazioni climatiche alle diverse scale di tempo; conoscenza dei principali processi oceanografici nel presente e nel passato.

Programma

Lezioni: Il sistema climatico: componenti, inter-relazioni, variabilità annuale e interannuale. Le variazioni climatiche: cronologia, scale di tempo e meccanismi di controllo a scala globale; l'effetto antropico. I *proxy* paleoclimatici: esempi e applicazioni nel record marino, terrestre e dei ghiacci. Evoluzione del clima nel passato geologico: stati di greenhouse e icehouse; le variazioni climatiche e i cicli di Milankovitch; ciclicità a scala millenaria, secolare, decadale nel passato recente. Applicazioni di paleoceanografia: clima e livello del mare; gli eventi anossici globali (OAE) e mediterranei (sapropel); la crisi di salinità in Mediterraneo; l'acidificazione degli oceani nell'ambiente attuale e nel passato geologico.

Modalità d'esame: orale.

Testi consigliati: Dispense e articoli indicati dal docente

Modellazione Geologica 3D (4 cfu)

(*3D Geomodelling*)

DOTT. 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 dedicati. 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) diversi 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.

Laboratorio di idrogeologia (4cfu)

(*Groundwater Modelling Lab*)

DOTT. PAOLO FRATTINI paolo.frattini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Il corso intende fornire delle basi teoriche e pratiche circa la modellazione numerica e l'utilizzo di codici di calcolo ai fini della simulazione idrogeologica. A fine corso lo studente sarà in grado di utilizzare strumenti di calcolo di diverso tipo ai fini di impostare e svolgere simulazioni di fenomeni geologici in cui siano rilevanti il comportamento dei materiali, la presenza di fluidi e di eventuali opere.

Programma:

Richiami sui metodi numerici a completamento di altri corsi e finalizzati alla modellazione idrogeologica. Cenni a metodi numerici: differenze finite, elementi finiti. Approssimazioni, serie di Taylor, condizionamento, stabilità, consistenza, condizioni al contorno, metodi iterativi.

Richiami di idrogeologia utili alla formulazione e risoluzione di problemi con tecniche numeriche. Esempi di soluzioni numeriche: eq. diffusione, advezione dispersione, flusso di calore.

Utilizzo di codici di calcolo agli elementi finiti (es: FEFLOW) e differenze finite (es: MODFLOW in ambiente Groundwater Modelling System e Groundwater Vistas) per la soluzione di problemi di:

- flusso di acque sotterranee in condizioni stazionarie e transitorie,
- trasporto contaminanti
- acquiferi salini costieri
- ottimizzazione di pozzi

Confronto con dati misurati e con soluzioni di altro tipo.

Utilizzo di modelli per ottimizzazione dei parametri (es: PEST, UCODE)

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.

Geomorfologia Marina 2 (4 cfu)

(*Marine geomorphology 2*)

DOTT.SSA ALESSANDRA SAVINI alessandra.savini@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Geomorfologia dei margini continentali: interazione fra geosfera, idrosfera e biosfera. Evoluzione Quaternaria climatica e sedimentaria dei margini continentali Europei.

Geohazard in ambiente marino. Il progetto nazionale MAGIC (*Mapping Geohazard along the Italian Coasts*) e la cartografia degli elementi morfobatimetrici in ambiente marino profondo: esempi ed applicazioni.

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 sotto marini.

La gestione sostenibile delle risorse offshore: l'approccio ecosistemico (*ecosystem approach to the management of offshore resources*)

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

Applicazioni GIS avanzate (4cfu)

(*Advanced GIS analysis*)

DOTT. 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: Geomorfometria: tecniche di generazione e correzione di Modelli Digitali del terreno (DEM), funzioni topografiche (pendenza, esposizione, curvatura) e classificazione del terreno in funzione della forma, funzioni idrologiche e generazione automatica di bacini idrografici, esempi di applicazioni in problemi di geologia applicata e geomorfologia.

Geostatistica: generazione del variogramma sperimentale, modellazione del variogramma, kriging semplice e kriging ordinario, co-kriging e applicazione e problemi di geologia applicata, idrogeologia e geologia marina.

Esercitazioni in laboratorio: utilizzo di software commerciali (es: ESRI ArcGIS, SURFER) e open-source (es: SAGA-GIS, SGeMS) per l'applicazione di tutte le tecniche analizzate nella parte teorica. Le esercitazioni costituiscono parte fondamentale del corso e saranno svolte direttamente al computer con lo sviluppo di problemi di tipo geologico.

Testi consigliati:

Hengl T. & Reuter H.I. (2009): *Geomorphometry: concepts, software, applications*. Elsevier, 1-765.

M. Kanevsky and M. Maignan, (2004) *Analysis and modelling of spatial environmental data*, EPFL Press, Lausanne,
+ Materiale distribuito dal docente

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

Laboratorio di stabilità dei versanti (4 cfu)

(Applied geomorphology and slope stability lab)

DOSS. FEDERICO AGLIARDI federico.agliardi@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

approfondire le conoscenze su meccanismi e processi di instabilità di versanti naturali, nonché fornire gli elementi metodologici fondamentali per la loro caratterizzazione e una conoscenza operativa degli strumenti per l'analisi di stabilità.

Programma:

Richiami a tipologie e fattori di controllo dei processi di instabilità di versanti naturali. Richiami alle proprietà di terreni e rocce rilevanti ai fini della soluzione di problemi di stabilità. Indagini per aree in frana. Frane superficiali e colate detritiche: meccanismi di innesco e propagazione, dati richiesti per l'analisi. Frane di crollo e caduta massi: caratterizzazione e modellazione dei meccanismi di innesco e propagazione. Frane profonde: condizioni al contorno, meccanismi di innesco e riattivazione, analisi di stabilità e modellazione (2D e 3D). Tecniche di monitoraggio terrestre e remoto di versanti instabili. Finalità e applicazioni. Utilizzo dei dati di monitoraggio a fini previsionali (es. previsione della rottura, definizione di soglie di allerta) per diverse tipologie di instabilità di versante.

Applicazione di codici di calcolo ed analisi numerica alla soluzione di problemi di stabilità dei versanti in terre e ammassi rocciosi fratturati tramite metodi di: 1) analisi di stabilità cinematica di blocchi e cunei rocciosi; 2) analisi all'equilibrio limite (deterministica e probabilistica) di versanti in terre e ammassi rocciosi (cinematismi controllati o meno dalla struttura); 3) analisi numerica sforzi-deformazioni e di filtrazione (FEM, SSR-FEM) finalizzata all'analisi di stabilità di pendii in terre, rocce deboli e ammassi rocciosi fratturati; 4) modellazione dell'espansione. Confronto con dati misurati e soluzioni diverse.

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

Esame: Svolgimento di un progetto tramite utilizzo di codici di calcolo e discussione orale.

Geofisica applicata (4 cfu)

(Applied geophysics lab)

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.

Verrà, inoltre, data particolare enfasi alle strategie di acquisizione, alle caratteristiche degli strumenti, alla pianificazione delle indagini geofisiche superficiali ed alla valutazione della qualità dei dati.

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.

Prerequisiti: è consigliato il superamento di Prospezioni geofisiche.

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

Scavo e consolidamento terre e rocce (4 cfu)

(Excavation and Improvement of Soils and Rocks)

PROF. RICCARDO CASTELLANZA, riccardo.castellanza@unimib.it

Dipartimento di Scienze Geologiche e Geotecnologie Piazza della Scienza, 4

Obiettivi dell'insegnamento:

Fornire competenze specifiche legate al profilo del geologo applicato in relazione agli scavi in superficie, in sotterraneo ed alle tecniche di consolidamento dei terreni. Il corso prevede anche un numerose visite in cantieri

Programma:

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.

Scavi in superficie in TERRENI

Tecniche di scavo in superficie. Tipologie di scavi per le diverse opere civili. Scavi di versanti. Lo scavo ed il sostegno: Diaframmi e Paratie. Contenimento di cedimenti indotti in aree urbane. Puntelli, tiranti ed altre soluzioni. Soluzioni operative per lo scavo sotto falda : metodi per il controllo della falda.. Tecniche di consolidamento dei terreni. Scavo in terreni: macchine, loro prestazioni e criteri di scelta. Case histories.

Scavi in superficie in AMMASSI ROCCIOSI

Tecniche di scavo in superficie. Tipologie di scavi per le diverse opere civili. Scavi di versanti . Lo scavo ed il sostegno. Scavi in ammassi rocciosi con mine: esplosivi e mezzi di innesco, loro caratteristiche e prestazioni; macchine per la perforazione dei fori da mina 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. Case histories..

Scavi in sotterraneo in TERRENI

Lo scavo in sotterraneo. Le tipologie di spazi in sotterraneo, lo scavo ed il sostegno. Metodi costruttivi delle gallerie (tradizionale e meccanizzato) e di cavità in sotterraneo (caverne, stazioni in ambiente metropolitano). Differenti tecniche di scavo in tradizionale in relazione alla tipologia dei terreni ed all'interazione con il regime idrico. Lo scavo a piena sezione con TBM aperte e scudate. I problemi geologici, idrogeologici e geomeccanici associati. I parametri geologici, idrogeologici e geotecnici di progetto. Valutazione delle performance di scavo. Case histories. 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 sotterraneo e superficie. I cantieri e la loro

organizzazione. I sistemi di ventilazione, il trattamento acque, aspetti speciali. Il microtunnelling. Descrizione delle macchine e procedure di scavo. Case histories.

Scavi in sottterraneo in ROCCE

Lo scavo con metodi tradizionali: scavi in ammassi rocciosi con esplosivi e mezzi meccanici. I sostegni di prima fase e definitivi. Lo scavo con metodi meccanizzati: scavi in roccia con mezzi meccanici e frese puntuali. Lo scavo a piena sezione con TBM aperte e scudate, lo smarino. I problemi geologici, idrogeologici e geomeccanici associati. I parametri geologici, idrogeologici e geotecnici di progetto. Valutazione delle performance di scavo. Perforazioni speciali, HDD descrizione delle macchine e procedure di scavo. Case histories.

Consolidamento dei terreni

Problemi e situazioni geologico-tecniche e ambientali che possono richiedere interventi di trattamento e consolidamento: fondazioni di opere d'ingegneria; pendii naturali; opere in terra; scavi in superficie e in sottterraneo; impianti di scarico; grandi infrastrutture; centri storici e monumenti.

Materiali e prodotti geosintetici: tipologia; proprietà; applicazioni.

Metodi di trattamento e consolidamento. Rinterro. Drenaggio, in superficie e in sottterraneo. Trattamento, con o senza aggiunta di materiali. Rinforzo.

Tecniche di ingegneria naturalistica. Finalità. Materiali. Opere tipo. Applicazioni.

Applicazioni. Tecniche d'intervento per la stabilizzazione e sistemazione dei pendii. Esempi.

Modalità dell'esame: scritto e orale

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