



Universita' degli Studi di Padova  
FACOLTA' DI SCIENZE MM.FF.NN.

## **Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2002/2003

# **Laurea Quinquennale in Scienze Geologiche**

---

# Curriculum: Corsi comuni

---

## ANALISI MINERALOGICHE

(Titolare: Prof. PIETRO FRIZZO)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### Obiettivi formativi :

L'insegnamento, a carattere essenzialmente pratico, riguarda principalmente la Minerografia e la sue applicazioni: è indirizzato ad allievi interessati ad acquisire le competenze di base per la microscopia a luce riflessa, finalizzata allo studio e all'analisi quali-quantitativa di mineralizzazioni metallifere e dei minerali opachi delle comuni rocce magmatiche, metamorfiche e sedimentarie e dei sedimenti sciolti. La microscopia a riflessione è inoltre complemento fondamentale per la caratterizzazione di minerali industriali, per lo studio di metalli e di leghe, di prodotti ceramici, nonché per studi archeometrici e applicati al restauro di manufatti metallici e lapidei.

### Contenuto dell'attività formativa :

Introduzione. Tecniche di preparazione di sezioni lucide da materiali coerenti, porosi e incoerenti. Il microscopio metallografico: struttura e applicazioni. Principali caratteri diagnostici dei minerali opachi in sezione lucida: riflettanza, biriflettanza, pleocroismo, anisotropia, durezza e rilievo di lucidatura, riflessi interni. Attacchi chimici diagnostici.

Riconoscimento microscopico dei minerali. Minerali nativi: oro, argento, rame, platino, ferro, bismuto, grafite. Solfuri: galena, blenda, cinabro, covellina, niccolite, millerite, pirrotina, pentlandite, calcopirite, pirite, marcasite, arsenopirite, solfoarseniuri di Fe-Ni-Co, bornite, enargite, antimonite, bismutinite, molibdenite, tetraedrite, tennantite, bournonite, boulangerite, pirargirite, polibasite. Ossidi: magnetite, cromite, ematite, ilmenite, idrossidi di Fe, cassiterite, pirolusite, manganite, cuprite, uraninite. Altri: wolframite, columbo-tantalite, scheelite, siderite, minerali di ganga. Raffinamento dello studio minerografico con indagini al microscopio elettronico e analisi alla microsonda elettronica.

Individuazione e caratterizzazione delle più comuni tessiture e strutture, di successioni paragenetiche e dei principali tipi genetici ed evolutivi.

Applicazioni in mineralurgia. Lo studio minerografico applicato al trattamento industriale del minerale grezzo; frantumazione e comminazione, definizione del grado di liberazione; analisi quali-quantitative; caratterizzazione e valutazione dei concentrati commerciali di minerali utili.

Applicazioni in metallografia. Cenni di metallografia: natura, strutture e tessiture di metalli e leghe; attacchi chimici ed elettrochimici. Studio minerografico di manufatti metallici antichi e recenti; studio e classificazione di scorie di fusione e applicazioni in archeometria.

Applicazioni in ceramurgia. Cenni sulle applicazioni del microscopio a riflessione nell'industria ceramica..

Complementi delle analisi minerografiche. Analisi in microscopia elettronica; analisi microchimiche alla microsonda elettronica.

### Struttura della verifica di profitto :

Scritta

### Testi di riferimento :

Venerandi I. – Corso di Minerografia. ISU, Univ. Studi di Milano, 1999, 236p.

### Ausili didattici :

Ramdohr P., The ore minerals and their intergrowths, Vol. I e Vol. II, Pergamon Press, 1980.

Bachman H.G., The identification of slags from archaeological sites, Inst. of Archaeology, London, 1982.

---

## CHIMICA FISICA (MOD. A)

(Titolare: Prof. GIORGIO MORO)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

### Obiettivi formativi :

Il corso si propone di fornire allo studente i concetti base relativi alla termodinamica dei sistemi all'equilibrio e le sue applicazioni ai processi chimici ed alle transizioni di

fase, indispensabili per la descrizione e la comprensione dei fenomeni geochimici. Verranno inoltre forniti alcuni concetti elementari di cinetica chimica e dei processi di trasporto.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Il programma del corso è così strutturato:

Grandezze di stato termodinamiche: equilibrio termodinamico; grandezze termodinamiche intensive ed estensive, equazioni di stato;

Primo e secondo principio della termodinamica: lavoro, calore ed energia interna; entalpia; capacità termiche, trasformazioni reversibili ed irreversibili; entropia; spontaneità dei processi e condizioni di equilibrio; energia libera, grandezze standard.

Proprietà termodinamiche di sostanze pure: potenziale chimico; gas perfetto e gas reali; proprietà termodinamiche di fasi condensate.

Transizioni di fase di sostanze pure: diagrammi di stato, punto triplo e punto critico; equilibri di fase e potenziale chimico; equazione di Clapeyron.

Sistemi a più componenti: grandezze parziali molari; proprietà di mescolamento; equilibri di fase per sistemi a più componenti; regola delle fasi.

Soluzioni: equilibri liquido-vapore; diagrammi di stato; leggi di Raoult e di Henry; modello delle soluzioni ideali e ideali diluite; proprietà colligative; attività e coefficienti di attività ; soluzioni elettrolitiche e legge di Debye-Hückel.

Equilibri di reazione: grado di avanzamento di una reazione; criteri di spontaneità di una reazione e condizione di equilibrio; costante di equilibrio termodinamica e sua dipendenza dalla temperatura; calore di reazione; regola delle fasi.

Celle galvaniche: celle galvaniche, reazione di cella e semireazioni; forza elettromotrice, equazione di Nernst; potenziale elettrodo.

Diagrammi di stabilità: diagrammi potenziale-pH; zone di stabilità; applicazioni a sistemi di interesse geochimico.

Cinetica chimica: velocità di reazione e legge cinetica; ordine e molecolarità; effetto della temperatura sulla velocità di reazione.

Processi di trasporto: fenomenologia delle diffusione e leggi di Fick; coefficiente di diffusione; diffusione nei solidi.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

P.W. Atkins, *Physical Chemistry* (6 ed.), Oxford University Press, 1998 (ristampata con correzioni nel 1999).

**Ausili didattici :**

P. Fletcher, *Chemical thermodynamics for earth scientists*, Longman, 1993.

---

## CHIMICA FISICA (MOD. B)

(Titolare: Prof. GIORGIO MORO)

**Periodo:** IV anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

**Obiettivi formativi :**

Il corso si propone di fornire allo studente i concetti base relativi alla termodinamica dei sistemi all'equilibrio e le sue applicazioni ai processi chimici ed alle transizioni di fase, indispensabili per la descrizione e la comprensione dei fenomeni geochimici.

Verranno inoltre forniti alcuni concetti elementari di cinetica chimica e dei processi di trasporto.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Il programma del corso è così strutturato:

Grandezze di stato termodinamiche: equilibrio termodinamico; grandezze termodinamiche intensive ed estensive, equazioni di stato;

Primo e secondo principio della termodinamica: lavoro, calore ed energia interna; entalpia; capacità termiche, trasformazioni reversibili ed irreversibili; entropia; spontaneità dei processi e condizioni di equilibrio; energia libera, grandezze standard.

Proprietà termodinamiche di sostanze pure: potenziale chimico; gas perfetto e gas reali; proprietà termodinamiche di fasi condensate.

Transizioni di fase di sostanze pure: diagrammi di stato, punto triplo e punto critico; equilibri di fase e potenziale chimico; equazione di Clapeyron.

Sistemi a più componenti: grandezze parziali molari; proprietà di mescolamento; equilibri di fase per sistemi a più componenti; regola delle fasi.

Soluzioni: equilibri liquido-vapore; diagrammi di stato; leggi di Raoult e di Henry; modello delle soluzioni ideali e ideali diluite; proprietà colligative; attività e coefficienti di attività ; soluzioni elettrolitiche e legge di Debye-Hückel.

Equilibri di reazione: grado di avanzamento di una reazione; criteri di spontaneità di una reazione e condizione di equilibrio; costante di equilibrio termodinamica e sua dipendenza dalla temperatura; calore di reazione; regola delle fasi.

Celle galvaniche: celle galvaniche, reazione di cella e semireazioni; forza elettromotrice, equazione di Nernst; potenziale elettrodo.

Diagrammi di stabilità: diagrammi potenziale-pH; zone di stabilità; applicazioni a sistemi di interesse geochimico.

Cinetica chimica: velocità di reazione e legge cinetica; ordine e molecolarità; effetto della temperatura sulla velocità di reazione.

Processi di trasporto: fenomenologia delle diffusioni e leggi di Fick; coefficiente di diffusione; diffusione nei solidi.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

P.W. Atkins, Physical Chemistry (6 ed.), Oxford University Press, 1998 (ristampata con correzioni nel 1999).

**Ausili didattici :**

P. Fletcher, Chemical thermodynamics for earth scientists, Longman, 1993.

## COMPLEMENTI DI GEOLOGIA APPLICATA

(Titolare: Prof. RINALDO GENEVOIS)

**Periodo:** IV anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Proprietà e comportamento delle terre e degli ammassi rocciosi. Richiami di meccanica del continuo. Elementi di meccanica delle terre avanzata. Meccanica delle rocce e degli ammassi rocciosi: il comportamento dell'ammasso roccioso come mezzo isotropo od anisotropo discontinuo; le discontinuità e la loro caratterizzazione geomeccanica. Criteri di rottura delle rocce e degli ammassi rocciosi. Classificazione degli ammassi rocciosi.

Fenomeni franosi ed altri movimenti di massa. Richiami sulla classificazione e sulle cause dei movimenti franosi. Tipologie caratteristiche. Indagini di campagna.. Concetto di equilibrio limite globale e di fattore di sicurezza.

Metodi di analisi di stabilità in terre ed in rocce. Significato ed affidabilità dei risultati.

Metodi di miglioramento. Drenaggi superficiali e profondi. Sostituzione.

Compattazione. Congelamento. Iniezioni. Ancoraggi e tiranti. Geotessili. Terra armata. Stabilizzazione.

Applicazioni. Cenni sull'interazione terreno-struttura. Fondazioni superficiali e profonde. Scavi. Gallerie e scavi in sotterraneo. Rilevati. Dighe e bacini di ritenuta. Le strade, le ferrovie e le piste aeroportuali. Le discariche. Il comportamento dei mezzi geologici in presenza di sollecitazioni cicliche: valutazione delle proprietà; i terremoti e gli effetti di superficie; la valutazione della pericolosità e del rischio. I metodi numerici ed i modelli nella Geologia Applicata; cenni sull'analisi dimensionale. La cartografia geologico-tecnica: scopi, tipologie, criteri realizzativi.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## CRISTALLOGRAFIA

(Titolare: Prof. ALBERTO DAL NEGRO)

**Periodo:** V anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Obiettivi formativi :**

Il Corso di Cristallografia è articolato in due parti: la prima, prevalentemente teorica fornisce le basi e gli strumenti necessari per affrontare la seconda parte essenzialmente pratica e applicativa. Tale Corso prende l'avvio dalle conoscenze acquisite nel Corso di Mineralogia, a livello di Cristallografia strutturale, approfondendo alcuni concetti teorici basilari e sviluppando in modo organico lo studio delle più attuali tecniche sperimentali di diffrazione ai raggi X e dei metodi risolutivi e di affinamento delle strutture cristalline. Il Corso sarà affiancato da esercitazioni pratiche durante le quali gli studenti, assistiti dal docente, verificheranno sperimentalmente le nozioni acquisite.

**Contenuto dell'attività formativa :**

I raggi X: origine, assorbimento e filtri, scelta della radiazione.

Diffrazione dei raggi X: reticoli, piani ed indici. Diffrazione dei raggi X e leggi della diffrazione. Il reticolo reciproco.

Operazioni di simmetria: sistemi cristallini e simmetria. Reticoli bravaisiani. Gruppi puntuali. Gruppi spaziali. Simmetria di Laue.

Metodi sperimentali di raccolta dati: camera di precessione. Diffrattometro a quattro cerchi.

Riduzione dati sperimentali: il fattore di Lorentz e polarizzazione. I fattori di diffusione. Il fattore di scala. Problemi di assorbimento e loro correzioni. Il fattore di temperatura.

Teoria dei fattori di struttura e della sintesi di Fourier: il fattore di struttura. Sintesi di Fourier.

Cenni sull'uso dei programmi di calcolo utilizzati in Cristallografia.

La funzione di Patterson: simmetria della funzione di Patterson. Metodo dell'atomo pesante.

Metodi diretti di risoluzione: il fattore di struttura normalizzato. Gli invarianti di struttura. Le disuguaglianze di Harker e Kasper. L'equazione di Sayre.

Raffinamento delle strutture cristalline: il metodo dei minimi quadrati. Il metodo delle sintesi delle differenze.

Esame critico delle strutture cristalline e considerazioni cristallografiche sui più importanti minerali delle rocce:

Olivine; Granati; Ortopirosseni; Clinopirosseni; Anfiboli; Miche; Feldspati; Spinelli.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Stout & Jensen, X-ray Structure determination.

Carobbi, Mineralogia, Vol. I.

**Ausili didattici :**

Appunti forniti dal docente.

## ESPLORAZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

(Titolare: Prof. PAOLO FABBRIO)

**Periodo:** IV anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Esplorazione diretta del sottosuolo: inquadramento generale sui diversi ambiti di utilizzo delle perforazioni. Perforazioni a percussione. Perforazioni a rotazione con circolazione diretta e inversa. Perforazioni ad aria. Perforazioni a roto-percussione. Perforazioni direzionali. Tecniche di perforazione. Caratteristiche principali dei fluidi di perforazione. Fattori che influenzano la perforazione. La diagrafia automatica continua (D.A.C.). Sistemi di carotaggio, tipi di carotiere e di corone, campionamenti. Indagini geognostiche per la terminazione dei parametri del sottosuolo: prove penetrometriche dinamiche ed SPT. Prove penetrometriche statiche di tipo meccanico, elettrico e con piezocorno. Misure pressiometriche e scissometriche. Piezometri speciali. Ricostruzione di stratigrafie geologiche e geotecniche a partire dai dati di cantiere.

Introduzione all'esplorazione geofisica del sottosuolo: metodi gravimetrici, metodi magnetici, sismica a rifrazione, metodi elettrici ed elettromagnetici, georadar.

Esplorazione idrogeologica del sottosuolo: progettazione e completamento di un pozzo per acqua, tubaggi, dreni e filtri. Prove di falda in regime stazionario e transitorio. Determinazione della trasmissività dell'immagazzinamento in acquiferi confinati, non confinati e semiconfinati. Prove in risalita. Strumentazioni per le prove di pompaggio. Prove di pozzo per la determinazione della portata critica e dell'efficienza del pozzo. Problematiche inerenti la determinazione dell'efficienza del pozzo.

Effetto di danneggiamento. Determinazione della trasmissività a partire dagli indici di produttività. Prove di infiltrazione superficiale, prove di infiltrazione in pozzo.

Principali strumentazioni per la geologia tecnica: caliper, flowmeter, sonde televisive e termiche, trasduttori di pressione, campionatori per acque di falda, inclinometri, fessurimetri, estensimetri, deformometri, misuratori di parametri meteorologici. Concetti di base sulle problematiche inerenti i sistemi di acquisizione e trasmissione automatica di dati geologici.

Introduzione alle reti di monitoraggio: Impostazione di una rete di monitoraggio.

Individuazione delle finalità di una rete di monitoraggio. Introduzione ai metodi geostatistici per l'ottimizzazione di una rete di monitoraggio. Esempi di ottimizzazione di una rete.

Il corso comprende anche esercitazioni sugli argomenti svolti, introduzione ai principali software inerenti l'esplorazione idrogeologica e visite a cantieri di perforazione.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Driscoll F.G., Groundwater and well, Johnson Division, St. Paul Minnesota (USA), 1989.

Lancellotta R., Geotecnica, Zanichelli, 1987.

Kruseman G.P. & de Ridder N.A., *Analysis and evaluation of pumping tests data*, Intern. Inst. Land Reclamation and Improvement, Wageningen (NL), 1994.

**Ausili didattici :**

Appunti dalle lezioni.

## FISICA TERRESTRE

---

(Titolare: Prof. ALESSANDRO CAPORALI)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Propedeuticità' :**

Esami di Fisica e Matematica del biennio

**Contenuto dell'attività formativa :**

- a. Paleomagnetismo, Cinematica delle Placche Litosferiche, Poli Euleriani di rotazione;
- b. Elasticità, onde elastiche, sismologia, struttura interna della Terra, sismica a rifrazione e riflessione (cenni);
- c. Potenziale gravitazionale terrestre, anomalie di gravità, isostasia;
- d. Sforzo e deformazione nella litosfera, flessura di lamine elastiche, anelasticità;
- e. Flusso di calore, geoterma stazionaria e dipendente dal tempo, profilo termico della litosfera oceanica.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

- D.L. Turcotte & G. Schubert, *Geodynamics*, Wiley 1982  
C.M.R. Fowler, *The Solid Earth*, Cambridge University Press, 1990  
G. Ranalli, *Rheology of the Earth*, Chapman and Hall 1988  
A. Caporali, *Dispense di Fisica Terrestre*

## FOTOGEOLOGIA

---

(Titolare: Prof. GIOVANNI BATTISTA PELLEGRINI)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Questa disciplina, intesa come acquisizione, elaborazione ed interpretazione di immagini telerilevate, consente di realizzare sintesi spazio-temporali, monitoraggi ripetitivi ed indagini di dettaglio ed ha un impiego sempre più diffuso nelle problematiche afferenti alla scienza della Terra.

Il corso fornisce nozioni sui vari sistemi di telerilevamento (Sistema terrestre, Sistema aereo Sistema spaziale) sul metodo di studio (trattamenti ed elaborazioni delle immagini, metodologie interpretative) e sulle principali caratteristiche e proprietà delle immagini. Saranno definiti i criteri per identificare un oggetto sull'immagine. Buona parte del Corso verte sulla elaborazione ed interpretazione di immagine, finalizzate al riconoscimento di elementi morfologici, litologici e strutturali per la realizzazione di carte tematiche di interesse per la pianificazione e gestione di territorio.

Durante il Corso saranno effettuate alcune escursioni per la verifica sul territorio delle interpretazioni eseguite sulle immagini durante le lezioni.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

- Mantovani F. & Marcolongo B., *Fotogeologia, Il telerilevamento nelle Scienze della Terra*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1992.  
Menghel M., *Appunti di fotointerpretazione*.  
Druphy S.A., *Image Interpretation in geology*, Second ed., Chapman & Hall, Cambridge, 1993.  
Amadesi E., *Manuale di fotointerpretazione con elementi di fotogrammetria*, Pitagora Editrice Bologna, ultima edizione.

**Ausili didattici :**

Appunti delle lezioni.

# GEOCHIMICA

(Titolare: Prof. PIERGIORGIO IOBSTRABIZER)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

## **Obiettivi formativi :**

La Geochimica è una scienza tipicamente interdisciplinare sia per i metodi utilizzati che per gli oggetti indagati. Nonostante le parziali sovrapposizioni con discipline collaterali (chimica, fisica, mineralogia, petrologia, geologia, idrologia, ecc.) essa persegue fundamentalmente questi tre scopi: 1) Stabilire le abbondanze relative e assolute degli elementi e degli isotopi presenti nella Terra; 2) Studiare la distribuzione e la migrazione dei singoli elementi e isotopi nelle varie parti della Terra (litosfera, idrosfera, atmosfera e biosfera); 3) Definire le leggi che governano tali distribuzioni e migrazioni.

## **Contenuto dell'attività formativa :**

Introduzione al corso. Definizione, scopi, storia e suddivisione della Geochimica e dei metodi di indagine.

Cosmochimica. Universo, galassia, sistema solare, meteoriti. Spettri stellari, chimismo delle stelle, diagramma H.R. Abbondanze e stabilità dei nuclidi. Cenni di fisica nucleare. Processi di nucleosintesi secondo B.F.H. Formazione del sistema solare. Geochimica isotopica. Isotopi radioattivi e stabili. Decadimenti radioattivi. Applicazioni in geocronologia dei sistemi K-Ar, Rb-Sr, U e Th-Pb. C. Effetti di frazionamento per isotopi stabili (H, C, O, S), loro espressione e utilizzazione. Struttura e composizione della Terra. Dati geofisici e geochimici per definire nucleo, mantello e crosta terrestre. Aspetti petrologici del sistema mantello-crosta: mineralogia e chimismo di mantello, crosta oceanica, continentale. Confronti con meteoriti e altri pianeti.

Classificazione geochimica degli elementi. Introduzione al secondo obiettivo della Geochimica: comportamento geochimico degli elementi. Controlli strutturali, termodinamici e cinetici su comportamento-distribuzione degli elementi. Controllo strutturale. Principi e regole di cristallogeochemica. Tipi di legami, raggi ionici e loro fattori di controllo. Esempi di strutture cristalline. Condizioni e meccanismi di sostituzioni intracristalline secondo le regole classiche (Goldschmidt, Ringwood) e alla luce di C.F.S.E. - O.S.P.E. Esercizi.

Geochimica del processo magmatico. Aspetti chimico-fisici della produzione e cristallizzazione dei magmi. Ordine di separazione degli ioni nella cristallizzazione magmatica: elementi maggiori e tracce. Dallo stadio ortomagmatico a quello idrotermale; ruolo dei fluidi in condizioni super-iperitiche; proprietà dell'acqua.

Considerazioni geochimiche sulla Tabella Periodica: sottogruppi a,b.

Controllo termodinamico. Uso della termodinamica in G. Entalpia e reattività; funzione Gibbs, costante di equilibrio K, potenziale chimico, attività, fugacità. Legge di Henry ed elementi in traccia.

Geochimica del processo sedimentario. Agenti e processi dell'alterazione. Minerali e rocce sedimentarie. Rappresentazioni grafiche e analitiche di variazioni mineralogiche e chimiche nei processi di alterazione e diagenesi; equilibrio dei carbonati, idrolisi dei silicati, diagrammi attività-attività.

Geochimica dell'idrosfera. Ciclo idrologico. Origine e composizione delle acque oceaniche. Solubilità di gas. Apporto-rimozione, tempi di residenza di elementi chimici dell'oceano.

Acque continentali: aspetti geochimici della circolazione superficiale e profonda.

Acque minerali.

Geochimica dell'atmosfera. Struttura e composizione dell'atmosfera, reazioni fotochimiche e nucleari nell'alta atmosfera. Circolazione e ridistribuzione di particolato e soluzioni. Origine delle deposizioni acide. Tempi di residenza nell'atmosfera. Origine ed evoluzione dell'atmosfera.

Geochimica della biosfera. Fotosintesi e respirazione. Ruolo della sostanza organica nella ridistribuzione della materia ed energia.

Cicli geochimici. Estensione spazio-temporale, cause e modalità dei flussi più o meno ciclici di elementi tra le sfere geochimiche. Modello delle scatole e tempi di residenza.

Geochimica ambientale. Criteri geochimici di impostazione, conduzione e interpretazione di analisi chimico-fisiche ambientali.

## **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## **Testi di riferimento :**

Faure G., *Inorganic Geochemistry*, Macmillan P.C., 1991

## **Ausili didattici :**

Brown GC. & Mussett A.E., *The Inaccessible Earth*, Chapman & Hall.

Ottonello G., *Principi di Geochimica*, Zanichelli, 1991.

Fornaseri, *Lezioni di Geochimica*, Libreria Veschi, Roma.

Krauskopf K., *Introduction to Geochemistry*, Mc Graw Hill, 1967.

H. Brownlow A., *Geochemistry*, Prentice Hall, 1979.

Lermann A., *Geochemical processes*, G. Wiley & Sons, 1979.

Henderson P., *Inorganic geochemistry*, Pergamon press., 1982

Holland H., *The chemistry of the atmosphere and oceans*, G: Wiley & Sons, 1979.  
Fritz P. & Fontes I.Cb. (eds) *Handbook of environmental isotope Geochemistry*, Elsevier, 1980.  
Taylor S.R. & Mc Lennan S., *The continental crust: its composition and evolution*, Blackwell Sc. Publications, 1985.  
Nordstrom D.K. & Munoz J.L., *Geochemical Thermodynamics*, Blackwell Sc. Publications, 1986.  
Gambaro A., *Appunti di lezione di Chimica Fisica per Geologi*, 1995.

## **GEOCHIMICA APPLICATA**

(Titolare: Prof. PAOLO NIMIS)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### **Contenuto dell'attività formativa :**

Geochimica dei suoli. Mineralogia dei suoli, particelle colloidali, capacità di scambio cationico. Analisi mineralogica dei suoli, metodi di separazione. Adsorbimento di acqua, ioni, sostanze organiche, conseguenze sulle proprietà geotecniche delle terre. Equazione di Gapon, SAR, ESP. Problemi di sodicità e salinità nei suoli. Effetto di acidi e basi sulla permeabilità delle terre. Adsorbimento specifico di anioni e di metalli di transizione. Advezione e diffusione, coefficienti di diffusione effettivi. Alterazione chimica, mobilità degli elementi, cinetica dei processi geochimici, pedogenesi.

Geochimica delle acque, cause di variazione di chimismo, analisi normativa. Qualità delle acque, contaminazioni, normative nazionali ed europee. Quantità in reazione, bilancio ionico, diagrammi di caratterizzazione e comparativi.

Dispersioni geochimiche. Metalli pesanti nell'ambiente, sorgenti, speciazione, mobilità, destino.

Geostatistica. Peculiarità dei dati geochimici, fondo geochimico e anomalie, indici e metodi statistici parametrici e non parametrici. Metodi di campionamento e di analisi a fini ambientali. Test di eluizione.

Cenni su temi specifici di geochimica ambientale. Radioattività, sorgenti naturali ed antropiche. Contaminazioni di acque di falda, processi di attenuazione naturale, metodologie di intervento. Idoneità di materiali di contenimento per discariche.

Cartografia geochimica. Geochimica sanitaria.

### **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

### **Testi di riferimento :**

Faure G., *Principles and Applications of Geochemistry*, Prentice Hall, 1998.

Mitchell J.K., *Fundamentals of Soil Behavior*, J. Wiley & Sons, 1993.

De Vivo B., *Elementi e Metodi di Geochimica Ambientale*, Liguori, 1995.

Celico P., *Prospezioni Idrogeologiche*, Liguori, 1986.

## **GEOFISICA APPLICATA**

(Titolare: Prof.ssa ANNALISA ZAJA)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### **Contenuto dell'attività formativa :**

Trattamento dei segnali: Definizione di segnale. Sviluppo in serie trigonometrica ed esponenziale. Funzioni campionate. Trasformata di Fourier. Operazioni tra segnali: convoluzione, correlazione.

Teorema di convoluzione e correlazione. Aliasing. Principio di indeterminazione tempo-frequenza.

Filtri nel tempo e in frequenza. Filtri bidimensionali. Filtri gaussiani. Applicazione di filtri alle anomalie di gravità.

Rappresentazione grafica dei dati geofisici mediante l'utilizzo di algoritmi di interpolazione.

Sismica a riflessione: Principi generali della propagazione delle onde sismiche: parametri elastici, velocità e attenuazione. Fenomeni di riflessione, rifrazione e diffrazione. Sismica a riflessione. Dispositivi di campagna. Trattamento del segnale: correzione statica e dinamica dei dati, funzione di velocità, migrazione. Sezioni tempo e profondità. Sismogrammi sintetici.

Elettromagnetismo: Cenni sulla teoria dell'elettromagnetismo: leggi di Maxwell,



equazione d'onda per i campi E ed H in un mezzo conduttivo, costanti di propagazione, di fase e di attenuazione, velocità di fase in mezzi dispersivi e non, diffusione e propagazione elettromagnetica. Skin depth. Rumore elettromagnetico. Metodo Ground Probing Radar (GPR): Basi teoriche del metodo, cenni storici e prime applicazioni. Impulsi radar. Configurazione sondaggi GPR in superficie ed in pozzo. Radargrammi. Strumentazione: caratterizzazione del sistema di acquisizione e delle antenne. Pianificazione di una prospezione radar. Trattamento dati. Interpretazione radargrammi. Radargrammi sintetici. Caratterizzazione delle anomalie radar in vari mezzi dispersivi.

Metodo Magnetotellurico: Spettro geomagnetico. Teoria del metodo: impedenza, resistività e fase. Applicazione della metodologia a terreni stratificati e 2D.

Definizione dei parametri magnetotellurici: strike, tipper e skewness. Strumentazione e misure di campagna. Modellizzazione diretta ed inversa 1D e 2D.

Metodi elettrici: Sondaggi elettrici verticali (SEV) e profili. Effetti sulle curve di resistività apparente delle discontinuità laterali: campo elettrico primario e secondario. Esempi di modellizzazione 1D e 2D.

Metodo del corpo caricato. Metodo di polarizzazione spontanea.

Metodo di polarizzazione indotta: Teoria del metodo nel dominio temporale e nel dominio frequenziale. Definizione di caricabilità, effetto frequenza, fattore metallico.

Metodi elettromagnetici: Teoria del metodo nel dominio tempo e della frequenza.

Mutua induttanza. Misure di intensità e fase. Cenni sui metodi: Tilt-angle, Turam, Sundberg, VLF. Strumentazione EM34-EM31. Metodo elettromagnetico nel dominio tempo: TEM.

Per ogni metodologia trattata vengono mostrati esempi di prospezioni applicate a problemi geologici, ingegneristici ed ambientali.

Il Corso prevede sia esercitazioni sul terreno tramite l'applicazione di alcune metodologie geofisiche che esercitazioni al computer per il trattamento dei dati.

#### **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

#### **Testi di riferimento :**

Reynolds J.M., *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*, Ed. Wiley.

Brigham E.O., *The Fast Fourier Transform and its applications*, Prentice-Hall Inc.

Telford W.M., Geldart L.P., Sheriff R.E. & Keys D.A., *Applied Geophysics*,

Cambridge University Press.

## **GEOLOGIA 2**

(Titolare: Prof. GIORGIO V. DAL PIAZ)

**Periodo:** III anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

#### **Obiettivi formativi :**

Il Corso è rivolto all'analisi delle grandi strutture e dei principali processi che caratterizzano l'evoluzione dinamica della litosfera terrestre, nel quadro della Tettonica delle placche.

#### **Contenuto dell'attività formativa :**

Argomenti principali: 1) Nascita e sviluppo delle concezioni mobiliste: cenni storici.

2) Terremoti e propagazione delle onde sismiche; struttura interna della terra: modello statico e dinamico, litosfera continentale ed oceanica, canale astenosferico. 3) Placche litosferiche e loro margini; il mosaico delle placche attuali; celle convettive; cinematica delle placche su superfici piane e sferiche; sistemi di riferimento. 4)

Evoluzione di un margine divergente, dal rifting continentale all'espansione oceanica;

anomalie magnetiche; margini continentali passivi. 5) Evoluzione di un margine

convergente: subduzione litosferica, modelli termici, metamorfismo, magmatismo,

accrezione tettonica e magmatica, bacini di avanarco e retroarco, catene collisionali,

ofioliti. 6) Struttura e tettonica delle catene orogeniche: avampaese, avanfossa, prisma

di accrezione, falde di copertura e basamento, vergenza, klippen e finestre, retroterra;

deformazioni duttili e fragili e loro datazione; rapporti tra tettonica, sedimentazione,

metamorfismo, magmatismo e sismicità. Interpretazione di dati geofisici.

Delaminazione litosferica, slab break-off, indentazione e processi connessi.

7) Struttura ed evoluzione cinematica delle catene originate dalla Tetide occidentale,

con particolare riguardo alle Alpi e al sistema Appennini-Tirreno.

#### **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

#### **Testi di riferimento :**

E. Bally, R. Catalano J. Oldow, *Elementi di tettonica regionale*, Ed. Pitagora.

Ph. Kearey e F.J. Vine, *Tettonica globale*, Ed. Zanichelli.

G.V. Dal Piaz, *Dal Monte Bianco al Lago Maggiore*, Guida Geologica Regionale n.3,

Ed. BE-MA. Milano,

A. Bosellini, *Tettonica delle placche e Geologia*, Ed. Bovolenta.

## GEOLOGIA APPLICATA

(Titolare: Prof. RINALDO GENEVOIS)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### Contenuto dell'attività formativa :

- Mezzi e metodi di esplorazione del sottosuolo

- a) Fotointerpretazione;
- b) Rilevamento tecnico;
- c) Prospezioni geofisiche;
- d) Sondaggi meccanici.

- Classificazione tecnica delle rocce e dei materiali sciolti.

- Idrogeologia generale (circolazione idrica nelle rocce e nei materiali sciolti) e applicata (ricerca, sfruttamento e protezione delle risorse idriche sotterranee).

- Elementi di geotecnica.

- Geologia delle erosioni e delle frane.

- Geologia delle strade, delle gallerie e delle caverne.

- Materiali naturali utili del sottosuolo (ricerca, valutazione, sfruttamento con cave, ricomposizione ambientale).

- Elementi di geologia del petrolio e di geotermia.

### Struttura della verifica di profitto :

Scritta

### Ausili didattici :

Appunti delle lezioni.

## GEOLOGIA REGIONALE

(Titolare: Prof. GIORGIO BARBIERI) - Mutuato da: Laurea Quadriennale in Scienze Naturali

**Periodo:** V anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### Contenuto dell'attività formativa :

Il corso di Geologia Regionale si prefigge lo scopo di far conoscere la costituzione geologica e l'assetto strutturale delle Alpi Meridionali, ricostruendo i processi spaziotemporali che hanno portato alla loro formazione.

Dopo uno sguardo sommario alle catene montuose della regione mediterranea, inquadrata nella dinamica delle placche litosferiche, il corso affronta la storia geologica della regione alpina. In particolare viene analizzata la costituzione, la struttura e l'evoluzione del Sudalpino centro-orientale prendendo in esame i rapporti tra tettonica e sedimentazione:

- durante il Permo-mesozoico, con particolare riferimento alle Dolomiti;
- durante i processi che nel Giurassico portarono all'apertura dell'Oceano Ligurepiemontese e, successivamente, alla sua chiusura e alla formazione di una catena montuosa a pieghe e sovrascorrimenti tra il Cretacico e il Neogene.

L'analisi comporta la descrizione dettagliata delle sequenze stratigrafiche e dell'assetto tettonico di diversi settori significativi del Triveneto (Dolomiti, Prealpi Venete tra il Lago di Garda e il Friuli, Colli Euganei, ecc.).

### Struttura della verifica di profitto :

Scritta

### Testi di riferimento :

O.F. Geyer, Die Südalpen zwischen Gardasee und Friaul. Sammlung Geol. Führer, 86. Ed. Gebr. Borntraeger Berlin-Stuttgart, 1993.

### Ausili didattici :

Appunti delle lezioni, fotocopie di articoli da periodici scientifici.

AA.VV., Carta Geologica del Veneto. Scala 1:250.000. Ed. Regione Veneto, 1990.

A. Bosellini, Geologia delle Dolomiti. Ed. Athesia, 1996.

## GEOLOGIA STRATIGRAFICA

(Titolare: Prof. PAOLO MIETTO)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### Prerequisiti :

sono dati per acquisiti i contenuti dei corsi di Geologia I e Paleontologia

**Obiettivi formativi :**

Il corso di Geologia Stratigrafica è volto ad approfondire le metodologie di indagine necessarie a ricostruire la storia della Terra.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Il programma si sviluppa lungo le seguenti linee:

a. Metodologie di indagine

Approfondimento di tematiche già trattate in precedenti corsi, classificazione e significato delle rocce sedimentarie, ambienti sedimentari, fattori di controllo del processo sedimentario, geometrie dei corpi sedimentari, rapporti sedimentazione-tettonica.

Unità stratigrafiche: approfondimenti di Litostratigrafia, Biostratigrafia, Cronostratigrafia, Magnetostratigrafia. Verso i segnali globali: Stratigrafia sismica, Stratigrafia sequenziale, Ciclostratigrafia, Stratigrafie isotopiche, Climastratigrafia.

b. Applicazioni

Analisi e interpretazioni di successioni stratigrafiche tipo, scelte prevalentemente nell'area mediterranea.

c. Escursioni

Il corso prevede un certo numero di escursioni, realizzate nell'ambito delle Venezie e in particolare nel Vicentino, con lo scopo di verificare sul terreno la parte teorica e per il rilevamento e l'interpretazione di successioni stratigrafiche.

**Struttura della verifica di profitto :**

Orale

**Descrizione verifica profitto :**

colloquio, verifica degli elaborati realizzati sul terreno durante le escursioni.

**Testi di riferimento :**

Prothero D.R., *Interpreting the stratigraphic record*, Freeman & Co., New York, 1990.

**Ausili didattici :**

Bosellini A. & Ricci Lucchi F., *Rocce e successioni sedimentarie*, UTET, Torino, 1994.

Hallam A., *Interpretazione delle facies e stratigrafia*, Pitagora ed., Bologna, 1987.

Prothero D.R., *Interpreting the stratigraphic record*, Freeman & Co., New York, 1990.

## GEOLOGIA STRUTTURALE

(Titolare: Prof. DARIO ZAMPIERI)

<b>Periodo:</b>	IV anno, annuale
<b>Indirizzo formativo:</b>	Corsi comuni
<b>Commissione di profitto:</b>	
<b>Tipologie didattiche:</b>	80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Sforzo. Ellissoide di sforzo. Stati di sforzo. Cerchio di Mohr: proprietà e applicazioni. Fratture e joints. Meccanismi della fratturazione. Morfologia delle superfici di frattura. Analisi dei sistemi di fratture. Problemi di cronologia dei diversi fasci.

Geometrie di intersezione.

Faglie. Interpretazione dinamica secondo il modello di Anderson. Associazioni strutturali delle faglie normali, inverse e trascorrenti. Indicatori cinematici delle faglie. Tessiture delle rocce di faglia.

Rappresentazioni stereografiche di dati strutturali. Proiezioni equiangolare ed equiareale. Proiezioni di piani e di linee. Rotazioni di piani e linee. Metodo pi e beta per il calcolo dell'asse di una piega. Diagrammi di densità.

Analisi cinematica di popolazioni di faglie. Riconoscimento di deformazioni polifasiche. Calcolo dell'orientazione dei tre assi principali del paleostress mediante metodi grafici e automatici.

Tettonica. Rifting intracontinentale. Deformazioni a pieghe e sovrascorrimenti delle zone esterne di catena. Sistemi trascorrenti.

Sezioni bilanciate. Applicazioni in aree raccorciate e in aree distese.

Durante il corso verranno svolte alcune esercitazioni pratiche con raccolta di dati di movimento di faglie sul terreno e successiva elaborazione tramite utilizzo di software per geologia strutturale.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Twiss R.J. & Moores E.M., *Structural Geology*, W.H. Freeman and Company, New York, 1992.

**Ausili didattici :**

Per ogni argomento verranno inoltre forniti riferimenti bibliografici relativi ad articoli originali comparsi su periodici scientifici.

<b>Periodo:</b>	V anno, annuale
<b>Indirizzo formativo:</b>	Corsi comuni
<b>Commissione di profitto:</b>	
<b>Tipologie didattiche:</b>	80A 0,00 CFU

## **Contenuto dell'attività formativa :**

### Introduzione al Corso

#### 1. Origine delle rocce sciolte. Le terre.

1.1. Dimensione dei grani e struttura primaria. Struttura secondaria. Le proprietà indici delle terre. Proprietà dei grani. Granulometria e composizione mineralogica.

Diametro efficace. Coefficienti di uniformità e di curvatura.

1.2. Proprietà degli aggregati. Indice dei vuoti, peso di volume, densità assoluta, grado di saturazione, contenuto in acqua, densità relativa.

1.3. Limiti di Atterberg.

1.4. Sistemi di classificazione delle terre.

#### 2. L'acqua nel terreno.

2.1. Carico idraulico e gradiente idraulico. Permeabilità e legge di Darcy. La determinazione del coefficiente di permeabilità in sito ed in laboratorio.

2.2. Coefficienti di permeabilità equivalente, verticale ed orizzontale, in sistemi multistrato.

2.3. Pressione totale, neutrale, efficace. Gradiente idraulico critico. Significato fisico di pressione efficace.

2.4. Risalita capillare e falda freatica.

2.5. Equazione di Laplace e rete di filtrazione. Calcolo delle portate e delle pressioni di filtrazione. I piezometri.

2.6. Palancolate e traverse fluviali.

#### 3. Sforzi e deformazioni.

3.1. Definizioni e modelli. Solido. Fluido. Materiali elastici, plastici, viscosi. Creep e rilassamento.

#### 4. Consolidazione di terre coesive.

4.1. Edometro e prova di consolidazione. Consolidazione vergine, Argille normalconsolidate, sovraconsolidate e sottoconsolidate. Il rapporto O.C.R.

4.2. Correzione dei risultati sperimentali. Il metodo di Schmertmann.

4.3. Parametri progettuali. Coefficiente di compressibilità, indice di compressione.

Consolidazione di argille normal consolidate e sovraconsolidate.

4.4. Teoria monodimensionale di Terzaghi. Il grado di consolidazione e la funzione  $U(\%)=f(Tv)$ . I metodi grafici di Casagrande e di Taylor per la determinazione del coefficiente di consolidazione. Relazioni tempo-cedimenti.

4.5. La compressione secondaria.

#### 5. Resistenza al taglio delle terre.

5.1. Criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

5.2. La scatola di taglio diretto di Casagrande.

5.3. Le prove di compressione triassiale. Prova non consolidata e non drenata. Prova consolidata, non drenata con misura delle pressioni interstiziali. Prova consolidata e drenata.

5.4. Prova di compressione con espansione laterale libera.

#### 6. Stati di equilibrio plastico e spinta delle terre.

6.1. La teoria di Rankine.

6.2. Spinta attiva sui muri di sostegno. Verifiche di stabilità dei muri a gravità.

6.3. La spinta dei terreni coesivi e l'altezza critica.

#### 7. Fondazioni.

7.1. Le fondazioni dirette. Tipi di fondazioni dirette. Capacità portante delle fondazioni continue. Capacità portante delle fondazioni isolate. Fondazioni dirette caricate eccentricamente. Carichi inclinati. Fondazioni su pendio.

7.2. Fondazioni profonde. Tipi di palo. Capacità portante del palo singolo con formule statiche e formule dinamiche. Capacità portante dei pali in gruppo.

#### 8. Indagini in posto.

8.1. Volume significativo delle indagini.

8.2. Scavi, trincee, cunicoli. I sondaggi: tecniche di esecuzione e rapporti di campagna.

8.3. I campionatori e la qualità dei campioni.

8.4. Prove penetrometriche statiche e dinamiche. La prova S.P.T.

8.5. La prova scissometrica.

8.6. La prova dilatometrica.

8.7. Pressiometro di Menard e pressiometri autoperforanti.

8.8. Prova di carico su piastra.

8.9. Prove di carico su palo: prove di collaudo e prove di progetto. Calcolo della capacità portante del palo dai risultati delle prove di carico.

8.10. Valutazione della capacità portante dei pali basata sui risultati di prove penetrometriche statiche.

#### 9. Cedimenti.

9.1. Andamento delle tensioni nel sottosuolo. Teoria di Boussinesq e teoria di Westergaard. Abachi di Newmark.

- 9.2. Cedimenti di fondazioni rigide.
- 9.3. Cedimenti di fondazioni flessibili.
- 10. Frane e stabilità dei pendii in terreni sciolti.
- 10.1. Stabilità di pendii illimitati nei terreni granulari in assenza di filtrazione.
- 10.2. Stabilità di pendii illimitati in terreni granulari con filtrazione.
- 10.3. Pendii illimitati in terreni coesivi.
- 10.4. Pendii di altezza limitata. Metodo analitico di Taylor. Il metodo di Petterson.
- Equilibrio di forze ed equilibrio di momenti.
- 10.5. La capacità portante dei rilevati stradali e fluviali.
- 10.6. La resistenza al taglio residua.
- 10.7. Cenni di stabilizzazione di pendii in frana.
- 11. La compattazione delle terre.
- 11.1. Densità massima e contenuto in acqua ottimo.
- 11.2. Le prove di compattazione in laboratorio.
- 11.3. La compattazione in cantiere.
- 11.4. I controlli della compattazione in sito.
- 12. Cenni sulle opere in materiali sciolti.
- 12.1. Dighe in terra.
- 12.2. Argini fluviali.
- 12.3. Rilevati stradali, ferroviari ed aeroportuali.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## **GIACIMENTI MINERARI**

(Titolare: Prof. PAOLO OMENETTO)

<b>Periodo:</b>	IV anno, annuale
<b>Indirizzo formativo:</b>	Corsi comuni
<b>Commissione di profitto:</b>	
<b>Tipologie didattiche:</b>	80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Il corso si occupa della geologia dei giacimenti sia di metalli (uranio incluso) che di minerali e rocce industriali, con esclusione dei combustibili fossili. L'impostazione del corso, pur seguendo gli schemi propri ai più recenti trattati di consultazione, tiene particolare conto dei nuovi dati continuamente emergenti dalla letteratura specializzata.

Le lezioni impartite assolvono pertanto al compito di distillare, sintetizzare ed aggiornare i fondamenti necessari ad una essenziale rassegna sistematica dei principali "tipi" di depositi, privilegiandone gli aspetti genetici (i modelli di formazione) non disgiunti dal significato economico, che dei giacimenti minerari permane la caratteristica più importante e forse meno chiarita sotto il profilo scientifico.

1. Principi di base. Risorse, riserve, giacimenti. Classificazione delle risorse minerali. Localizzazione crostale delle riserve minerali identificate: estensioni del concetto di giacimento. Cenni di coltivazione e trattamento. Recupero, riciclaggio, sostituzione e nuovi materiali. Domanda economica e disponibilità geologica. Disponibilità politica. Disponibilità ambientale.

2. Giacimenti metalliferi associati a complessi plutono-vulcanici e a sistemi idrotermali. 2.1. Giacimenti ortomagmatici o di segregazione diretta da magmi basici e ultrabasici. Processi metallogenici in ambiente magmatico. Giacimenti: a solfuri di Ni (Cu, PGE) in lave komatiitiche; a Cu-Ni (Co, PGE) associati a intrusioni basiche e ultrabasiche; stratiformi in complessi intrusivi stratificati; podiformi (o alpinotipi) a cromite; a Ti in complessi anortositici e charnockitici; a magnetite e F-apatite tipo Kiruna; in carbonatiti e complessi alcalini (Nb, REE, P, ...); di diamante in kimberliti e lamproiti. 2.2. Giacimenti nei complessi magmatici meso-persilicici. Mineralizzazioni a Ta, Nb, Be, U, Th, REE, Sn, W ... in pegmatiti, graniti, greisen. Giacimenti pirometasomatici (skarns). Porphyry metals (Cu, Mo, Au, Sn). 2.3. Soluzioni idrotermali: origine, trasporto e deposizione dei metalli. Esempi di giacimenti idrotermali: a Pb, Zn, F, Ba tipo Renoercinico, con esempi della Sardegna e Arco Alpino; giacimenti epitermali a oro e metalli associati (tipi a basso solfo, ad alto solfo, Carlin); giacimenti auriferi tipo "filoni mesotermali" (Archeano, Fanerozoico), provincia aurifera delle Alpi Occidentali. 2.4. Processi esalativi in ambiente sottomarino. Giacimenti stratiformi a solfuri massivi vulcanogenici. Giacimenti stratiformi esalativo-sedimentari a Pb-Zn (o sedex). Giacimenti stratiformi a Cu(Co) in rocce sedimentarie. Altri giacimenti di origine esalativa idrotermale (Hg, W, Sn, Au, barite). 2.5. Giacimenti a Pb-Zn-F-Ba in rocce carbonatiche (MVT=Mississippi Valley Type): MVT s.s., Iglesias (Sardegna SW), Alpi Orientali.

3. Giacimenti metalliferi legati a processi di alterazione e deposito sedimentario. 3.1. Depositi detritici (placers). 3.2. Mineralizzazioni (in particolare a solfuri) alterate. Cappellacci ossidati e arricchimenti in zona di cementazione. 3.3. Processi di alterazione continentale e giacimenti "residuali" (Al, Fe, Mn, Ni, U). 3.4. Formazioni ferrifere a bande - BIF (tipo Lago Superiore, tipo Algoma). Facies arricchite; giacimenti di ferro oolitico. 3.5. Depositi sedimentari (sedex p.p.) di manganese.

4. Giacimenti di minerali/rocce industriali. 4.1. Minerali per l'agricoltura e l'industria

chimica: salgemma, carbonato sodico (soda ash), solfato sodico, borati, fluorite, sali potassici, nitrati, iodati, fosfati, solfo, zeoliti. 4.2. Argille industriali: caolino (China clay), argille caoliniche (ball clay). Bentonite. 4.3. Cenni sui minerali industriali impiegati nelle industrie del vetro, plastiche, vernici, carta, refrattari, elettronica e ottica. 4.4. Abrasivi naturali: dal diamante alla diatomite. Materiali litici da costruzione e pietre ornamentali.

5. Esercizi di mineralogia descrittiva (riconoscimento macroscopico dei principali minerali metallici e minerali/rocce industriali).

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Evans A.M., *Ore Geology and Industrial Minerals: an Introduction*, Blackwell Science, Geoscience Texts, 3d Edition, 1993.

Dispense e appunti consegnati durante il corso (a cura di P. Omenetto e P. Nimis).

Appunti di Mineralogia Descrittiva (a cura di P. Nimis).

## IDROGEOLOGIA

(Titolare: Prof. RENZO ANTONELLI)

**Periodo:** V anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Obiettivi formativi :**

Nel corso di Idrogeologia gli argomenti trattati sono sostanzialmente suddivisi in due fasi. Nella prima vengono affrontate le problematiche di base, riguardanti le interazioni tra fluido e mezzo poroso, nella seconda si affrontano gli aspetti teorici e pratici riguardanti la valutazione, lo sfruttamento, la gestione e la protezione delle risorse idriche sotterranee. Gli argomenti trattati presuppongono una buona conoscenza degli argomenti geologici. Sedimentologici e applicativi trattati nel triennio di base e nel corso di Esplorazione geologica del sottosuolo (4° anno di indirizzo).

**Contenuto dell'attività formativa :**

1) L'acqua sotterranea nel ciclo idrologico. I vari tipi di acqua nel sottosuolo, origine ed età. Risorse e riserve idriche sul pianeta. Le rocce serbatoio, le rocce "aquiclude" e le rocce "aquifuge".

2) Concetto di porosità totale ed efficace; relazioni solido-fluido nei mezzi porosi saturi ed insaturi; misura della porosità in laboratorio ed in situ; concetto di REV; misura delle pressioni nel mezzo insaturo; la distribuzione dell'acqua nel sottosuolo.

3) La permeabilità intrinseca e la conduttività idraulica; come si muove l'acqua nel sottosuolo; la legge di Darcy e sua validità; la velocità microscopica e la velocità di Darcy; il potenziale idraulico e piezometrico; il gradiente idraulico e tensore di permeabilità; misure di permeabilità su campioni di laboratorio; concetto di trasmissività; la permeabilità nei mezzi fratturati; interpretazione della morfologia piezometrica e calcoli idrogeologici.

4) Il bilancio idrogeologico: il bacino idrogeologico; calcolo degli apporti idrici naturali e artificiali; calcolo delle uscite naturali: evapotraspirazione ed evaporazione; il deflusso idrico globale: infiltrazione e ruscellamento; le riserve idriche sotterranee e la valutazione delle risorse dinamiche; studio degli idrogrammi in regime non influenzato.

5) Equazione di continuità; teoria della consolidazione e coefficiente di immagazzinamento in acquiferi liberi e confinati; equazioni di diffusione in moto permanente e transitorio.

6) I sistemi acquiferi nei vari scenari geologici e i fattori che ne condizionano la circolazione idrica: stratigrafia, struttura, morfologia, ecc. Acquiferi porosi, fessuraticarsici e a permeabilità mista; i complessi idrogeologici e le loro interazioni con altri corpi idrici superficiali o sotterranei.

7) Soluzione dell'equazione di diffusione in regime permanente per moti unidirezionali e radiali; formula di Dupuit-Thiem in acquifero confinato e libero; soluzione di Theis dell'equazione di diffusione in regime transitorio; approssimazione logaritmica di Jacob.

8) Interpretazione pratica delle prove di pompaggio per il calcolo dei parametri idrogeologici; prove di pompaggio negli acquiferi semiconfinati, metodo di Hantush; prove in acquiferi liberi anisotropi, metodo di Neuman.

9) Flusso sotterraneo multifase di fluidi immiscibili; movimenti di interfaccia di separazione: il caso dell'interfaccia acque dolci e acque salate.

10) Flusso sotterraneo di fluidi miscibili; equazione del moto di advezione, dispersione e diffusione.

11) Tecniche di previsione e controllo della contaminazione dei corpi idrici sotterranei.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

### **Testi di riferimento :**

Domenico A.P. & Schwartz F.W., *Physical and Chemical Hydrogeology*, Ed. J.Wiley & Sons, II edizione, 1998.  
Ghislain de Marsily, *Quantitative Hydrogeology*, Ed. Academic Press, 1986.  
Todd D.K., *Groundwater Hydrology*, Ed. J. Wiley & Sons, II edizione, 1980.  
Neven Kresic, *Hydrogeology and Ground Water Modelling*, Lewis Publishers, 1997.

## **LABORATORIO DI GEOLOGIA 2**

(Titolare: Prof. GIORGIO PENNACCHIONI)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 60A 0,00 CFU

### **Contenuto dell'attività formativa :**

**Stress:** definizione; tensore di stress; formula di Cauchy; formula di trasformazione tensoriale; ellissoide di stress; stress isotropico, deviatorico; stati di stress; cerchio di Mohr; misura dello stress attuale e paleopiezometria; origine dello stress deviatorico nella litosfera.

**Strain:** deformazione e strain; parametri dello strain; tensore di strain infinitesimo; strain deviatorico, isotropico, dilatazione cubica; equazioni di compatibilità; tensore di stretching e di vorticità; deformazione finita; deformazione omogenea ed eterogenea; ellisse ed ellissoide dello strain; tipi di strain omogeneo; deformazione progressiva.

**Reologia:** elasticità; il comportamento anelastico; viscosità; corpi perfettamente viscosi (Newtoniani); power-law creep e corpi non-Newtoniani; plasticità; tests meccanici; cedimento nei materiali; criteri empirici di cedimento per taglio.

**Aspetti microscopici della deformazione duttile:** difetti reticolari e deformazione; meccanismi di deformazione a basse temperature; twin gliding; creep da diffusione e dissoluzione; superplasticità; flusso delle dislocazioni; recupero, ricristallizzazione dinamica, annealing; elementi del fabric in rocce metamorfiche: orientazione preferenziale morfologica e cristallografica; indicatori cinematici; rapporti porfiroblasti-matrice.

**Zone di shear:** zone di shear duttile-fragili; zone di shear duttili: distribuzione dello strain; foliazioni composite; miloniti.

**Metodi di misura dello strain nelle rocce:** deformazione di marker lineari; deformazione di marker circolari; deformazione di marker ellittici (metodo Rf-f); deformazione di angoli; metodo centro-centro e di Fry; misura della deformazione progressiva.

**Pieghe:** elementi morfologici e nomenclatura; metodi di classificazione; analisi di Fourier di una superficie singola; metodo delle isogone, t'-a e T'-a; piegamento polifasico; meccanismi di piegamento; distribuzione dello strain all'interno delle pieghe.

**Foliazioni e lineazioni.**

Ogni argomento comprende una parte teorica e delle esercitazioni.

Per ogni argomento trattato verranno di volta in volta indicati riferimenti bibliografici specifici e/o fornite dispense. I testi consigliati ed altri, che verranno suggeriti, sono consultabili presso la biblioteca del Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica.

### **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

### **Testi di riferimento :**

Ranalli, G., *Rheology of the earth*, Allen & Unwin, Boston, 1987.  
Ramsay J.G. & Huber M.I., *The techniques of modern structural geology*, Volume 1 e 2., Academic Press, London, 1983.  
Twiss R.J. & Moores E.M., *Structural Geology*, W.H. Freeman and Company, 1992.

### **Ausili didattici :**

dispense.

## **LABORATORIO DI PETROGRAFIA**

(Titolare: Prof. ESTER JUSTIN)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Prof. JUSTIN ESTER (PO) - Presidente

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dip. di Mineralogia e Petrologia  
**Aule :** Aula P

**Obiettivi formativi :**

Il corso di "Laboratorio di Petrografia" ha carattere eminentemente pratico. Esso ha per oggetto lo studio e la classificazione delle rocce, base indispensabile per ogni ricerca geologica.

Poiché le rocce sono costituite da minerali, primo obiettivo del Corso è il loro riconoscimento, tramite opportune metodologie.

Fra queste la più importante è l'uso del microscopio a luce polarizzata.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Criteri di riconoscimento la microscopio dei minerali costituenti le rocce:

- descrizione ed uso del microscopio a luce polarizzata, centratura, uso dei compensatori (quarzo rosso 1° ordine, cuneo di quarzo);
- caratteristiche dei minerali a luce parallela e nicol paralleli (abito, sfaldature, colore, pleocroismo, rilievo, ecc.);
- caratteristiche dei minerali a luce semiconvergente e nicol paralleli (valutazione del valore degli indici di rifrazione tramite la linea di Becke);
- caratteristiche dei minerali a luce parallela e nicol incrociati (tipi di estinzione, colori d'interferenza, ecc.);
- caratteristiche dei minerali a luce convergente e nicol incrociati (figure d'interferenza, determinazione del segno ottico, valutazione dell'ampiezza dell'angolo degli assi ottici, ecc.).

Riconoscimento dei componenti fondamentali, accessori e secondari, di rocce magmatiche e metamorfiche: Andalusite, Anfiboli monoclini e rombici, Anortoclasio, Apatite, Bowlingite, Carbonati, Cianite, Cloriti, Cloritoidi, Cordierite, Epidoti, Feldspatoidi, Feldspato potassico, Granati, Iddingsite, Ilmenite, Melilite, Miche, Minerali opachi, Olivine, Pirosseni rombici e monoclini, Plagioclasii, Prehnite, Quarzo, Rutilo, Scapoliti, Serpentine, Sillimanite, Staurolite, Titanite, Tormalina, Vesuviana, Wollastonite, Zirconio.

- Riconoscimento in sezione sottile dei tipi fondamentali di rocce magmatiche e di rocce metamorfiche.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Criteri di riconoscimento la microscopio dei minerali costituenti le rocce:

- descrizione ed uso del microscopio a luce polarizzata, centratura, uso dei compensatori (quarzo rosso 1° ordine, cuneo di quarzo);
- caratteristiche dei minerali a luce parallela e nicol paralleli (abito, sfaldature, colore, pleocroismo, rilievo, ecc.);
- caratteristiche dei minerali a luce semiconvergente e nicol paralleli (valutazione del valore degli indici di rifrazione tramite la linea di Becke);
- caratteristiche dei minerali a luce parallela e nicol incrociati (tipi di estinzione, colori d'interferenza, ecc.);
- caratteristiche dei minerali a luce convergente e nicol incrociati (figure d'interferenza, determinazione del segno ottico, valutazione dell'ampiezza dell'angolo degli assi ottici, ecc.).

Riconoscimento dei componenti fondamentali, accessori e secondari, di rocce magmatiche e metamorfiche: Andalusite, Anfiboli monoclini e rombici, Anortoclasio, Apatite, Bowlingite, Carbonati, Cianite, Cloriti, Cloritoidi, Cordierite, Epidoti, Feldspatoidi, Feldspato potassico, Granati, Iddingsite, Ilmenite, Melilite, Miche, Minerali opachi, Olivine, Pirosseni rombici e monoclini, Plagioclasii, Prehnite, Quarzo, Rutilo, Scapoliti, Serpentine, Sillimanite, Staurolite, Titanite, Tormalina, Vesuviana, Wollastonite, Zirconio.

- Riconoscimento in sezione sottile dei tipi fondamentali di rocce magmatiche e di rocce metamorfiche.

**Ausili didattici :**

Dispense del Docente

---

**MICROPALAEONTOLOGIA**

(Titolare: Prof.ssa ELIANA FORNACIARI)

<b>Periodo:</b>	IV anno, 1 semestre
<b>Indirizzo formativo:</b>	Corsi comuni
<b>Commissione di profitto:</b>	
<b>Tipologie didattiche:</b>	80A 0,00 CFU

**Obiettivi formativi :**

La Micropaleontologia studia fossili di dimensioni microscopiche ed, in ultima istanza, si prefigge gli stessi scopi e concorre alla soluzione dei medesimi problemi scientifici della Paleontologia. Tuttavia, la Micropaleontologia ha avuto uno sviluppo storico indipendente, in gran parte promosso dall'industria petrolifera, e si caratterizza per specifici metodi di studio legati alle piccole dimensioni ed alla grande abbondanza dei microfossili. Queste ultime caratteristiche hanno determinato storicamente che l'enfasi nello studio della Micropaleontologia sia sempre stata e sia nelle applicazioni dei microfossili alle datazioni ed alle ricostruzioni paleoambientali delle rocce



sedimentarie. Il programma del corso si ispira a queste caratteristiche eminentemente applicative ed il suo scopo è quello di introdurre lo studente alle metodologie, problemi e possibilità della disciplina.

Il corso è suddiviso in una parte metodologica introduttiva, in una rapida rassegna sistematica dei principali gruppi di microfossili ed in esercitazioni pratiche al riconoscimento al microscopio di foraminiferi e nannoplancton calcareo in intervalli di tempo specifici che sono scelti di anno in anno in base alle esigenze poste dagli studenti frequentanti.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Parte Introduttiva. 1) Cosa sono i microfossili e la micropaleontologia; 2) Importanza dei microfossili e perchè studiarli; 3) Metodi di studio: campionatura, preparazione ed analisi; 4) I microfossili nell'esplorazione geologica del sottosuolo; 5) Richiami di biologia cellulare e dei principi di classificazione e sistematica; 6) Il problema dei Regni; 7) Le "Alghe"; 8) I Procarioti, gli Eucarioti e la loro origine.

Rassegna Sistematica. Nella rassegna sistematica per ciascun gruppo considerato vengono affrontate brevemente la loro biologia ed ecologia e le loro applicazioni biostratigrafiche e paleoambientali. L'ordine di trattazione è quello tradizionale in base alla composizione chimica prevalente del guscio, anzichè rigorosamente sistematico evolutivo.

I microfossili a parete calcarea: 1) Nannoplancton calcareo ed Nannofossili calcarei; 2) Foraminiferi; 3) Calpionellidi 4) Pteropodi; 5) Alghe calcaree bentoniche; 6) Otoliti ed altri resti calcarei; 7) brevi cenni su Ostracodi e Briozoi.

I Microfossili a parete silicea: 1) Diatomee; 2) Silicoflagellati ed Ebridi; 3) Radiolari.

I Microfossili a parete fosfatica: Conodonti.

I Microfossili a parete organica e cenni di Palinologia: 1) Dinoflagellati; 2)

Acritarchi; 3) Chitinozoi; 4) Brevi cenni su spore e pollini.

Esercitazioni (ca. 35-40 ore):

1) Escursione geologica con raccolta di materiale per studi micropaleontologici;

2) Guida pratica al riconoscimento di forme indicative di età e di ambiente di

a) Nannofossili calcarei; b) Foraminiferi bentonici; c) Foraminiferi planctonici.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Ausili didattici :**

La preparazione dell'esame avviene su materiale didattico fotocopiato preparato dal docente e con riferimento a materiale bibliografico ed iconografico disponibile nel Laboratorio di Micropaleontologia del Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica.

---

## MINERALOGIA APPLICATA (MOD. A)

(Titolare: Prof. GIANMARIO MOLIN)

**Periodo:** IV anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Aspetti teorico-strumentali: vengono esposti alcuni metodi di studio particolarmente idonei alla caratterizzazione dei materiali naturali (minerali) e artificiali (prodotti di elaborazione dei materiali naturali). La finalità perseguita è quella di dotare lo studente del bagaglio di conoscenze necessario allo studio strumentale dei materiali suindicati, con il raggiungimento, anche attraverso esperienze di laboratorio, di una adeguata autonomia.

Metodi di studio dei minerali

Diffrazione e immagine: teoria di Abbe. Diffrazione dei raggi X e diffrazione di elettroni. Microscopia elettronica a scansione (SEM) e trasmissione (TEM).

Spettroscopie in emissione (EMPA, XRF) dei raggi X.

Difetti nei cristalli e loro implicazioni geologiche e applicative

Difettualità strutturali puntuali ed estese: dislocazioni, deformazioni, domini, geminazioni, interazioni tra difetti. Studio dei difetti: microscopia elettronica TEM e raggi X.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Putnis, Introduction to mineral sciences; Cambridge University

**Ausili didattici :**

Appunti di lezione.

---

## MINERALOGIA APPLICATA (MOD. B)

(Titolare: Prof. GIANMARIO MOLIN)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Vengono esposti alcuni esempi di applicazione alle Scienze della Terra delle potenzialità offerte dallo studio termodinamico e cinetico di minerali. Vengono analizzati i processi di cristallizzazione e transizione di fase al fine di introdurre lo studente ai più generali aspetti di prodotti ottenuti dalla trasformazione dei materiali naturali. A questa parte segue la caratterizzazione di materiali di trasformazione quali vetri, ceramiche, metalli, abrasivi etc., con attenzione alle implicazioni economiche e industriali

Trasformazioni nei cristalli e transizioni di fase.

Aspetti termodinamici e cinetici delle soluzioni solide, decomposizioni spinodali ed essoluzioni, ordine-disordine. Processi di nucleazione e crescita dei cristalli, aspetti termodinamici e cinetici, metodi di osservazione.

Aspetti applicativi.

Applicazioni scientifiche nell'ambito delle scienze della terra: Geobarometri, geotermometri e geotachimetri. Applicazioni tecnologiche e industriali: proprietà fisiche dipendenti dalla struttura (fillosilicati delle argille, zeoliti, abrasivi, lubrificanti solidi).

Minerali dell'industria ceramica e del vetro. Minerali dell'industria dei leganti aerei e idraulici. Pigmenti minerali. Materie prime per l'industria chimica e siderurgica. Aspetti sanitari derivanti dall'utilizzo di minerali pericolosi: metodi di indagine ambientale.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Putnis, Introduction to mineral sciences; Cambridge University

**Ausili didattici :**

Appunti di lezione.

---

## PALEONTOLOGIA 2

(Titolare: Dott. ROBERTO GATTO)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Breve introduzione sulla Biosfera e sulla sua struttura. Ecosistemi marini fossili.

Tafonomia, la fedeltà delle associazioni fossili: cause e modalità di perdite e conservazioni. Time averaging. "Fossil Lagerstätten", classificazione ed esempi.

Fattori limitanti la distribuzione degli organismi e analisi dei loro effetti nei biota fossili. Morfologia adattativa. Caratteristiche morfologiche dei biota e loro rapporti con l'ambiente nel tempo geologico. Tracce fossili. Fossili come indicatori ambientali nei vari ambienti. Popolazioni e paleopopolazioni; comunità e paleocomunità, analisi, organizzazione e diversità. Paleobiogeografia. Ecosistemi terrestri fossili, alcuni esempi. Storia e diversificazione della vita sulla Terra. Estinzioni, analisi dei modelli, delle cause presunte e rassegna analitica delle estinzioni stesse. La scienza della classificazione e la documentazione paleontologica.

Gli argomenti verranno illustrati mediante l'esame di materiale fossile e il programma sarà completato da alcune escursioni.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Brenchley P. J. & Harper D. A. T. (1998) - Palaeoecology: ecosystems, environments and evolution: 402 pp., Chapman & Hall, London.

Raffi S. & Serpagli E. (1993) - Introduzione alla paleontologia: 654 pp., Utet, Torino.

Smith A. B. (1994) - Systematics and the fossil records: documenting evolutionary patterns: 223 pp., Blackwell Science, Oxford.

---

## PETROGRAFIA (MOD. A)

(Titolare: Prof. CLAUDIO MAZZOLI)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

**Propedeuticità' :**

Laboratorio di Riconoscimento Macroscopico di Minerali e Rocce.

**Obiettivi formativi :**

Il corso è dedicato alla comprensione del processo magmatico e del processo metamorfico, nonché a esercitazioni di classificazione e riconoscimento delle rocce magmatiche e delle rocce metamorfiche.

**Contenuto dell'attività formativa :**

## 1. Il Processo Magmatico

- I magmi: temperatura, densità e viscosità, i componenti volatili.
- La composizione delle rocce.
- I diagrammi di variazione.
- Cenni sulla norma.
- Alcuni concetti petrochimici di base: saturazione in SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, alcalinità, indice di colore.
- La cristallizzazione magmatica: cristallizzazione di equilibrio e cristallizzazione frazionata.

80

- I processi di fusione: fusione di equilibrio e fusione frazionata.
- L'evoluzione dei magmi: la differenziazione magmatica, l'assimilazione, il mescolamento di magmi.
- Cenni sulle serie magmatiche e ambiente geodinamico.

## 2. Il Processo Metamorfico

- Definizione ed inquadramento termodinamico.
- I fattori, i meccanismi e le condizioni ambientali del metamorfismo.
- Facies metamorfiche. Isograde. Serie di facies e gradienti termici metamorfici.
- Anchimetamorfismo.
- Metamorfismo di seppellimento.
- Metamorfismo di contatto.
- Metamorfismo regionale e le reazioni metamorfiche principali.
- Granuliti. Eclogiti.
- Cenni di geotermobarometria.
- Migmatiti, graniti, anatessi crostale.
- Cenni sul metamorfismo ed evoluzione crostale.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

D'Amico C., Innocenti F. & Sassi F.P., Magmatismo e Metamorfismo, UTET.

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

**PETROGRAFIA (MOD. B)**

(Titolare: Prof. FRANCESCO PAOLO SASSI)

<b>Periodo:</b>	III anno, annuale
<b>Indirizzo formativo:</b>	Corsi comuni
<b>Commissione di profitto:</b>	
<b>Tipologie didattiche:</b>	40A 0,00 CFU

**Propedeuticità' :**

Laboratorio di Riconoscimento Macroscopico di Minerali e Rocce.

**Obiettivi formativi :**

Il corso è dedicato alla comprensione del processo magmatico e del processo metamorfico, nonché a esercitazioni di classificazione e riconoscimento delle rocce magmatiche e delle rocce metamorfiche.

**Contenuto dell'attività formativa :**

## 1. Il Processo Magmatico

- I magmi: temperatura, densità e viscosità, i componenti volatili.
- La composizione delle rocce.
- I diagrammi di variazione.
- Cenni sulla norma.
- Alcuni concetti petrochimici di base: saturazione in SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, alcalinità, indice di colore.
- La cristallizzazione magmatica: cristallizzazione di equilibrio e cristallizzazione frazionata.

- I processi di fusione: fusione di equilibrio e fusione frazionata.
- L'evoluzione dei magmi: la differenziazione magmatica, l'assimilazione, il mescolamento di magmi.
- Cenni sulle serie magmatiche e ambiente geodinamico.

## 2. Il Processo Metamorfico

- Definizione ed inquadramento termodinamico.
- I fattori, i meccanismi e le condizioni ambientali del metamorfismo.
- Facies metamorfiche. Isograde. Serie di facies e gradienti termici metamorfici.
- Anchimetamorfismo.

- *Metamorfismo di seppellimento.*
- *Metamorfismo di contatto.*
- *Metamorfismo regionale e le reazioni metamorfiche principali.*
- *Granuliti. Eclogiti.*
- *Cenni di geotermobarometria.*
- *Migmatiti, graniti, anatessi crostale.*
- *Cenni sul metamorfismo ed evoluzione crostale.*

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

D'Amico C., Innocenti F. & Sassi F.P., *Magmatismo e Metamorfismo*, UTET.

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

---

## PETROGRAFIA APPLICATA

(Titolare: Prof. CLAUDIO MAZZOLI)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Prof. MAZZOLI CLAUDIO (PaC) - Presidente

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Mineralogia e Petrologia  
**Aule :** Aula C e aula P

**Contenuto dell'attività formativa :**

Il corso di Petrografia Applicata tratta degli aspetti applicativi della petrografia, con particolare attenzione allo studio delle pietre ornamentali ed ai materiali ceramici. Il corso è quindi articolato nei seguenti punti:

1. *Pietre ornamentali: problemi inerenti la coltivazione, lavorazione e conservazione della pietra, alle prove di invecchiamento e al controllo della qualità dei materiali lapidei; caratteri fisico-meccanici dei materiali lapidei; prove di resistenza alla compressione, alla trazione, al taglio, alla perforazione, all'abrasione, all'impatto, prove di segabilità, ecc.. Colore: classificazione del colore, colore delle rocce, misura del colore, stabilità del colore. Il degrado dei materiali lapidei: processi di alterazione, agenti di alterazione chimica, azione delle piogge acide; degrado fisico: azione del ghiaccio, dei sali, risalita capillare, azione del fuoco. Azione degli organismi, del vento, della pioggia, del sole, dei raggi UV. Restauro della pietra: metodi di indagine, tipi di interventi, pulizia, consolidamento, impermeabilizzazione.*
2. *Materiali ceramici: estrazione e utilizzo delle rocce argillose. Classificazione dei materiali ceramici tradizionali. Composizione, cottura, invetriatura e problemi connessi. Prodotti ceramici avanzati. Abrasivi, Refrattari, Vetro.*
3. *Petrografia applicata in archeologia: Soluzione di problemi archeologici, metodologie di indagine, gruppi di riferimento, individuazione delle zone di origine dei materiali o di produzione dei manufatti.*
4. *Metodologie analitiche in petrografia applicata: Fluorescenza a RX, assorbimento atomico, spettrometria di massa (analisi degli isotopi stabili), inclusioni fluide, luminescenza (termoluminescenza, catodoluminescenza). Metodi di datazione: tracce di fissione, <sup>14</sup>C, K/Ar, ecc.*

**Testi di riferimento :**

Winkler E.M., *Stone in Architecture*, Springer-Verlag (Ed), 1994.

Budd S.M., *Glass*, In: *Materials and Technology II*, Longman, 1971.

Gottardi V., *I ceramici*, Pàtron Editore, Bologna, 1977.

Reed J.S., *Introduction to the principles of ceramic processing*, J. Wiley & Sons (Eds), 1989.

---

## PETROGRAFIA DEL SEDIMENTARIO

(Titolare: Prof.ssa CRISTINA STEFANI)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

*Rocce prevalentemente terrigene: ruditi, areniti e peliti, metodi di studio in relazione alle dimensioni dei clasti; composizione delle ruditi e delle areniti in relazione alle aree sorgenti; classificazioni, influenza della grana sulla composizione, rapporti tra diagenesi e composizione. La classificazione della matrice. Cementi e plaghe.*

*Le rocce carbonatiche: riconoscimento dei principali gruppi di clasti e degli altri componenti tessiturali. Noduli carbonatici; cavità. Principali effetti diagenetici nelle rocce carbonatiche: cementazione, silicizzazione, dolomitizzazione, ricristallizzazione.*

*Riconoscimento al microscopio di sabbie inglobate, di areniti feldspatiche,*

*quarzareniti e di litareniti; riconoscimento di associazioni di minerali pesanti e di*

*livelli piroclastici puri ed impuri; riconoscimento al microscopio dei principali tipi di*

*allochimici carbonatici ed in particolare di gruppi di bioclasti stratigraficamente*

*significativi. Riconoscimento e classificazione dei principali litotipi della successione*

*stratigrafica del Sudalpino orientale.*

## **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## **Testi di riferimento :**

Tucker E.M, *Sedimentary Petrology. An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*, Blakwell Scien. Publ., London-Vienna.1994.

Adams A.E. & Mackenzie W.S., *Carbonate Sediments and Rocks Under the Microscope*, 1998.

# **PETROLOGIA**

---

(Titolare: Prof. DARIO VISONA)

**Periodo:** IV anno, annuale

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

## **Obiettivi formativi :**

La Petrologia è una disciplina che utilizza i metodi propri della Chimica-fisica per chiarire la genesi delle rocce e delle loro associazioni. Dei tre processi sedimentario, igneo e metamorfico, la Petrologia cerca di verificare le basi teoriche dei modelli genetici e ne saggia la validità attraverso la sperimentazione o sulla base di considerazioni teoriche.

## **Contenuto dell'attività formativa :**

Il corso contiene i fondamenti di: A) Petrologia sperimentale e B) Petrologia teorica.

A) Tecniche ed obiettivi della Petrologia sperimentale; problemi connessi con la preparazione ed esecuzione degli esperimenti; dispositivi per il controllo delle condizioni sperimentali.

B) Modellizzazione in termini chimico-fisici dei processi igneo e metamorfico. Energia libera ed Equilibri di Fase. Superfici nello spazio G-T-P; costruzione di linee univarianti e superfici divarianti. Regole di Schreinemakers per superfici inetersecantesi nello spazio G-T-P ed applicate ai sistemi multicomponenti, sistemi degenerati. Termodinamica delle soluzioni. Componenti conservativi e non conservativi di soluzioni; energia libera delle soluzioni; energia libera di soluzioni ideali e non ideali, la legge di Henry: applicazioni al comportamento degli elementi in tracce nei magmi; soluzioni non ideali, il modello di soluzioni regolari; smistamento di soluzioni non ideali: essoluzioni. La costante di equilibrio di una reazione: applicazioni geotermobarometriche.

Equilibri di fase nei sistemi ignei. Sistemi a due componenti; la regola della leva; i sistemi binari e ternari fondamentali, cenni ai sistemi quaternari.

Proprietà dei fluidi nei sistemi igneo e metamorfico. Effetti dei volatili sull'equilibrio del fuso silicatico. Composizione dei gas magmatici; soluzioni di H<sub>2</sub>O nei fusi silicatici; solubilità di CO<sub>2</sub> e dei solfuri nei fusi silicatici; effetti di H<sub>2</sub>O sulla fusione nei sistemi silicatici; cristallizzazione frazionata di magmi idrati, le pegmatiti e le apliti; effetti della CO<sub>2</sub> sulla fusione nei sistemi silicatici; ruolo della fugacità dell'ossigeno negli equilibri di fase.

Equilibri di fase nei sistemi subsolidus: KFMASH: le metapeliti; CKNASH: gneiss e migmatiti acide; NCFMASH: le metabasiti; CFMASS: le ultramafiti; CMAS H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>: i metacarbonati e calcsilicati.

Genesi dei magmi; cause e meccanismi di anatessi nella crosta e nel mantello; segregazione ed ascesa dei magmi.

Variazione della composizione chimica dei magmi durante la differenziazione magmatica: le provincie magmatiche. Diagrammi di variazione a due componenti; interpretazione dei diagrammi di variazione; uso dei calcoli e dei grafici di mixing.

Il contributo della geochimica degli elementi in traccia nella definizione dei modelli petrogenetici. Frazionamento degli elementi in traccia durante il processo magmatico; approccio grafico e quantitativo all'identificazione dei principali processi di differenziazione magmatica (FC, PM, Mixing, ACF).

La geochimica isotopica come strumento di indagine nella soluzione di problemi petrologici.

Esercitazioni:

Riconoscimento di microstrutture diagnostiche di equilibrio di fase nei sistemi ignei; costruzione ed utilizzo di modelli per la soluzione di problemi di Petrologia del magmatico; calcoli di mixing. Utilizzo dei programmi di calcolo di diagrammi di fase in sistemi ignei e metamorfici e per il frazionamento di elementi maggiori e in traccia durante i processi ignei (MAGMA, MELTS, THERMOCALC, TRACE, ecc.).

## **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## **Testi di riferimento :**

Cox K.G., Bell J.D., and Pankhurst A.F. 1979. *The interpretation of igneous rocks*.

Philpotts A.R. 1990. *Principles of igneous and metamorphic petrology*. Prentice Hall. Allen & Unwin.

Shelley D. 1992. *Igneous and metamorphic rocks under the microscope*. Chapman & Hall.

**Ausili didattici :**  
Appunti dalle lezioni.

## PROSPEZIONE GEOMINERARIA

---

(Titolare: Prof. PIETRO FRIZZO)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

### **Obiettivi formativi :**

Il corso affronta i temi della geologia economica connessi con la valorizzazione delle georisorse. Sono trattati i metodi e le tecniche di ricerca di materie prime minerali e i principi di base per la valutazione e la coltivazione dei giacimenti minerali e di rocce e minerali industriali nel rispetto delle esigenze del territorio e dell'ambiente. Il corso, essenzialmente pratico e applicativo, comprende esercitazioni di laboratorio, sul terreno e in cantiere (miniere e cave).

### **Contenuto dell'attività formativa :**

Principi di base. Georisorse e materie prime minerali. Genesi dei principali tipi di giacimenti metalliferi e di minerali e rocce industriali. Prospezioni geominerarie in fase speditiva, strategica e tattica: obiettivi, tecniche e metodi.

Rilevamento geologico-minerario. Metallogenese previsionale. Metalloctecti. Carte geominerarie e carte metallogeniche. Metodi e tecniche per l'individuazione e il rilevamento di indizi diretti e indiretti di materie prime minerali. Telerilevamento.

Prospezioni con Mineralight. Radiometria. Rilevamento di miniere e cave.

Prospezione mineralogica. Processi di concentrazione dei minerali in ambiente alluviale, alluvionale e marino. Campionature e analisi mineralogiche di suoli, alluvioni e sabbie costiere; selezione dei siti di interesse.

Prospezioni geochimiche. Concetto di fondo e di anomalia geochimici. Ambienti geochimici e mobilità degli elementi; dispersione primaria e secondaria. Elementi indicatori e traccianti; anomalie formazionali, metallogeniche e antropogeniche.

Prospezioni geochimiche strategiche. Campionature di stream sediments; preparazione dei campioni e analisi multielementare; speciazione degli elementi. Trattamento statistico dei dati geochimici; distribuzioni unimodali e polimodali; determinazione dei valori di background e anomalia. Correlazione tra elementi; Q-mode e R-mode cluster analysis. Selezione delle anomalie potenzialmente fertili.

Prospezioni geochimiche tattiche. Genesi, natura e costituzione dei suoli. Maglia e tecniche di campionatura. Analisi chimiche; carte degli isotenori e delle anomalie; localizzazione dei giacimenti utili.

Prospezioni biogeochimiche: interazione fra elementi chimici in suoli e acque e la vegetazione; biodisponibilità e assimilazione di metalli nei vegetali. Campionatura e analisi chimica di vegetali; valutazione dei dati. Prospezioni geochimiche in acque e gas. Prospezioni geochimiche per l'individuazione di inquinamenti inorganici in suoli, sedimenti e acque; mappatura geochimica del territorio.

Esplorazione e valutazione dei giacimenti. Sondaggi. Logging. Campionature di superficie e in galleria. Preparazione dei campioni: "splitting" e quartazioni; analisi chimiche e analisi mineralogiche; definizione dei tenori. Valutazione del tonnellaggio e delle riserve. Valutazione del minerale grezzo e dei concentrati commerciali.

Ricerca e coltivazione di giacimenti di pietre ornamentali. Corsi, prezzi e mercati delle materie prime minerali.

Coltivazione: Strutturazione di miniere e cave in sotterraneo e a cielo aperto.

Abbattaggio con esplosivi e con mezzi meccanici; altre tecniche di estrazione.

Armatura e stabilizzazione degli scavi. Recupero ambientale.

Valorizzazione e trattamento del minerale grezzo. Minerali utili e minerali di ganga; grado di liberazione; tenore recuperabile. Processi di separazione e concentrazione: frantumazione; macinazione; separazioni con tecniche granulometriche e gravitative; flottazione; separazioni magnetiche e ad alta tensione. Altre tecniche di concentrazione. Caratterizzazione e certificazione dei concentrati. Neutralizzazione e recupero dell'acqua di trattamento.

Cenni sulla Legislazione Nazionale e Regionale concernente l'attività estrattiva.

### **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

### **Testi di riferimento :**

Evans A.M., Introduction to mineral exploration, Blackwell Sci. Ltd., Oxford, 1995.

Appunti e dispense delle lezioni.

### **Ausili didattici :**

Fergusson J.E., Inorganic Chemistry and the earth: chemical resources, their extraction, use and environmental impact, Pergamon press, 1982.

# PROSPEZIONI GEOFISICHE

(Titolare: Prof. VITTORIO ILICETO)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

## **Propedeuticità :**

Corsi di Matematica, Fisica, Geologia Applicata e Fisica Terrestre.

## **Contenuto dell'attività formativa :**

Il corso si basa sull'applicazione di metodi di prospezione (acquisizione, trattamento ed interpretazione dei dati geofisici sperimentali) per lo studio del sottosuolo a debole e media profondità nell'ambito della Geologia Applicata, Idrogeologia e fenomeni di inquinamento di terreni e falde in un contesto di Geofisica Ambientale. Geoelettrica: principi teorici ed applicazioni pratiche di campagna del metodo della Resistività, dei Potenziali Spontanei e della Polarizzazione Indotta. Studio del comportamento elettrico di terreni e rocce in funzione della loro natura e del grado di saturazione con acqua e sostanze inquinanti. Cenni sulla strumentazione di laboratorio e di campagna. Logs geofisici: principi teorici ed applicazioni pratiche di campagna di alcuni tipi di logs più in uso in campo idrogeologico ed ambientale. Computamento dei terreni e delle rocce, dei fanghi di perforazione e di rivestimenti dei pozzi ai campi fisici specifici dei singoli logs. Modellizzazione monodimensionale del sottosuolo e caratterizzazione litologica. Magnetismo: richiami sul campo magnetico terrestre e sul comportamento magnetico di minerali e rocce e di corpi antropici sepolti. Operatività del metodo in campagna. Modellizzazione mono e bi-dimensionale del sottosuolo. Cenni di strumentazione di laboratorio e di campagna. Sismica a rifrazione: richiami sulla propagazione delle onde elastiche in un mezzo continuo, omogeneo ed isotropo. Legge di Snell, formazione dell'onda conica. Velocità delle onde sismiche in terreni e rocce, moduli elastici. Modelli mono e bi-dimensionali del sottosuolo in base all'interpretazione dei dati di sismica a rifrazione. Cenni di strumentazione di laboratorio e di campagna.

## **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## **Testi di riferimento :**

Kearey P. & Brooks M., *An introduction to Geophysical Exploration*, Blackwell Scientific Publications.  
Reynolds J.M., *An introduction to Applied and Environmental Geophysics*, John Wiley & Sons.  
Mares S., *Introduction to Applied Geophysics*, Reidel Editions.

## **Ausili didattici :**

Appunti dalle Lezioni.

# RILEVAMENTO GEOLOGICO (MOD. A)

(Titolare: Prof. FRANCESCO MASSARI)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 15A 0,00 CFU

## **Propedeuticità :**

L'ammissione al corso è subordinata al superamento degli esami del 2° anno (al momento dell'iscrizione al corso possono mancare 1 o 2 esami da superare, i quali devono tuttavia essere completati a Giugno del 3° anno per l'ammissione al campo).

## **Contenuto dell'attività formativa :**

1) Modulo di 15 ore. Principi di rilevamento geologico: progettazione di un rilevamento; equipaggiamento; rischi relativi all'attività di terreno; brevi richiami sulle unità litostratigrafiche; gli appunti sul terreno; accorgimenti utili nella pratica del rilevamento; misurazione e descrizione di sezioni stratigrafiche; metodi e accorgimenti nella raccolta di campioni; uso dei fossili nella pratica litostratigrafica. Problemi geometrici del rilevamento: misure di giacitura di superfici geologiche; misure di orientazione di lineazioni; intersezione tra superfici geologiche e superficie topografica; problemi di lettura e disegno di superfici geologiche; ricostruzione di superfici sepolte; inclinazione apparente e inclinazione reale, spessore apparente e spessore reale; nomogrammi. Faglie, pieghe e sovrascorrimenti: terminologia, classificazione. Riconoscimento di faglie e pieghe sulle carte geologiche. Tipi di geometria dei profili delle pieghe. Superfici di discordanza. Rilevamento geologico in rocce eruttive.

Inoltre: 3 escursioni giornaliere guidate.

## **Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

## **Descrizione verifica profitto :**

La prova finale sarà individuale e consisterà nel rilevamento geologico di un'area montuosa di x Km<sup>2</sup>, realizzando una Carta geologica con indicazione degli affioramenti, accompagnata da una relazione comprendente una descrizione litostratigrafica e la ricostruzione dei principali eventi dell'evoluzione stratigrafica e strutturale dell'area esaminata. Durante l'esame finale oltre alla discussione relativa alla validità del Rilevamento e della Relazione, potranno inoltre essere poste al candidato domande su argomenti trattati durante il corso.

**Testi di riferimento :**

Simpson B., Lettura delle carte geologiche, Ed. Dario Flaccovio, 1992.

**Ausili didattici :**

Dispense.

---

## **RILEVAMENTO GEOLOGICO (MOD. B)**

(Titolare: Prof. GIORGIO PENNACCHIONI)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 15A 0,00 CFU

**Propedeuticità' :**

L'ammissione al corso è subordinata al superamento degli esami del 2° anno (al momento dell'iscrizione al corso possono mancare 1 o 2 esami da superare, i quali devono tuttavia essere completati a Giugno del 3° anno per l'ammissione al campo).

**Contenuto dell'attività formativa :**

2) Modulo di 30 ore. Lettura e interpretazione di carte geologiche. Costruzione di sezioni geologiche.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Descrizione verifica profitto :**

Alla fine della parte svolta in aula sarà effettuata una prova di accertamento consistente nell'esecuzione di un profilo geologico.

**Testi di riferimento :**

Simpson B., Lettura delle carte geologiche, Ed. Dario Flaccovio, 1992.

**Ausili didattici :**

Dispense.

---

## **RILEVAMENTO GEOLOGICO (MOD. C)**

(Titolare: Prof. GIORGIO PENNACCHIONI)

**Periodo:** III anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 15A 0,00 CFU

**Propedeuticità' :**

L'ammissione al corso è subordinata al superamento degli esami del 2° anno (al momento dell'iscrizione al corso possono mancare 1 o 2 esami da superare, i quali devono tuttavia essere completati a Giugno del 3° anno per l'ammissione al campo).

**Contenuto dell'attività formativa :**

3) Campo avanzato di rilevamento geologico (in Luglio):

- 12 giorni sul sedimentario con base nella struttura di S. Paolo a Feltre;
- una settimana di esercitazioni di geologia strutturale sul cristallino dell'Agordino e dell'Adamello.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Descrizione verifica profitto :**

La prova finale sarà individuale e consisterà nel rilevamento geologico di un'area montuosa di x Km<sup>2</sup>, realizzando una Carta geologica con indicazione degli affioramenti, accompagnata da una relazione comprendente una descrizione litostratigrafica e la ricostruzione dei principali eventi dell'evoluzione stratigrafica e strutturale dell'area esaminata. Durante l'esame finale oltre alla discussione relativa alla validità del Rilevamento e della Relazione, potranno inoltre essere poste al candidato domande su argomenti trattati durante il corso.

**Testi di riferimento :**

Simpson B., Lettura delle carte geologiche, Ed. Dario Flaccovio, 1992.

**Ausili didattici :**

Dispense.

---

## **RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO**



(Titolare: Prof. ROBERTO SEDEA)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

- Stratimetria, ricerca della profondità di uno strato, potenze reali ed apparenti.
- Uso delle carte a piccolo denominatore.
- Osservazioni di campagna (morfologia, vegetazione, suolo, substrato roccioso) ai fini della ricerca.
- Studio delle macrostrutture presenti nei vari tipi di roccia.
- Il rilevamento geologico per ricerche idrogeologiche di superficie e nel sottosuolo.
- Il rilevamento geologico per l'apertura di una cava di materiali sciolti e litoidi.
- Il rilevamento geologico per la realizzazione di strade, gallerie, discariche, cimiteri.
- Il rilevamento geologico per lo studio di una frana.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

---

## RILEVAMENTO PETROGRAFICO E GIACIMENTOLOGICO

(Titolare: Prof. RICHARD SPIESS)

**Periodo:** V anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Contenuto dell'attività formativa :**

Il corso di rilevamento petrografico-giacimentologico è impostato su due argomenti principali:

1. le tecniche e problematiche di rilevamento nei terreni cristallini;
2. le tecniche di rilevamento di corpi mineralizzati.

A tale scopo si introdurranno:

- i criteri di rilevamento in terreni plutonici, vulcanici e metamorfici;
- i criteri di riconoscimento e classificazione delle unità litologiche cartografabili;
- il concetto fondamentale dello "strain partitioning" e la sua importanza nella prospezione di corpi mineralizzati controllati strutturalmente;
- i metodi al riconoscimento di domini a stato di "strain" diverso.

Il corso prevederà escursioni in campagna.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

---

## SEDIMENTOLOGIA

(Titolare: Prof. FRANCESCO MASSARI)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Obiettivi formativi :**

L'oggetto principale della Sedimentologia è lo studio dei caratteri dei sedimenti, delle loro modalità di trasporto, distribuzione e accumulo, e dei diversi tipi di architettura deposizionale che assumono nell'ambito dei diversi ambienti e contesti sedimentari. La crescente importanza economica dell'analisi di facies e della ricostruzione della geometria tridimensionale e struttura interna dei corpi sedimentari è legata soprattutto alle ricerche di idrocarburi e di risorse idriche.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Processi e meccanismi di trasporto e sedimentazione. Introduzione ai processi, modelli di facies e corpi sedimentari tipici di diversi contesti sedimentari, da quelli continentali a quelli marini profondi. Ritmi deposizionali e sequenze cicliche in diversi ambienti sedimentari, e aspetti genetici relativi. Riconoscimento e definizione delle superfici di discontinuità e degli elementi costitutivi caratteristici delle sequenze deposizionali in un'ottica stratigrafica moderna. Cenni sui meccanismi generali che determinano la subsidenza nei diversi tipi di bacini e l'evoluzione dei bacini stessi.

Sedimentologia applicata: aspetti essenziali del movimento dei fluidi nel sottosuolo e importanza dell'analisi di facies nel sottosuolo per le ricerche di idrocarburi e di risorse idriche.

Escursioni in aree di interesse sedimentologico in Appennino e nelle Alpi Meridionali.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Facies models. Response to sea level change. (R.G. Walker and N.P. James Eds.),

1998, Geological Association of Canada (Quarta Ed.).  
Galloway W.E. & Hobday, D.K., 1996 Terrigenous clastic depositional systems - Applications to fossil fuel and groundwater resources, (Seconda Ed.) Springer.  
Sedimentary environments and facies (H.G. Reading Ed.) (Terza Ed.) 1996, Blackwell, Science.  
Ricci Lucchi F., Sedimentografia. Atlante fotografico delle strutture dei sedimenti, Seconda edizione, Zanichelli, 1992.

## STORIA DELLA SCIENZA (MOD. A)

(Titolare: da definire) - Mutuato da: Laurea Quinquennale in Scienze Biologiche

**Periodo:** 1 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

### Obiettivi formativi :

Il corso è annuale e intende presentare le principali idee che hanno dato origine alla scienza contemporanea. Esso analizza i mutamenti scientifici e filosofici verificatisi nel periodo compreso tra la metà del Cinquecento e i primi decenni del Novecento. Il programma è sviluppato in circa 90 ore di lezione, ivi comprese 10/15 ore di seminari svolte sia dal docente del corso sia da docenti dell'Ateneo o di altri Atenei italiani e esteri. Il corso è diviso in due moduli di circa quaranta ore ciascuno (5 crediti ciascuno): il primo modulo comprende le prime due sezioni del programma; il secondo modulo la terza e la quarta sezione del programma.

### Contenuto dell'attività formativa :

La prima sezione riguarda la rivoluzione scientifica e filosofica realizzatasi nel lungo periodo che inizia con le pubblicazioni dei trattati di Copernico e Vesalio, prosegue con le ricerche condotte da Keplero, Harvey, Cartesio e Galilei, e si chiude con la morte di Newton. L'analisi riguarda i seguenti temi:

- principali scoperte che in quel periodo vengono effettuate nelle scienze astronomiche, biologiche, fisiche, chimiche e matematiche;
- carattere universale dell'interazione gravitazionale;
- riflessioni seicentesche relative al metodo della ricerca e al meccanicismo;
- tesi filosofiche sviluppate nel Seicento da scienziati a proposito dei rapporti tra realtà, sensazioni e teorie;
- nascita dell'idea di progresso scientifico.

La seconda sezione è dedicata alla formazione di nuovi programmi di ricerca nel Settecento e nella prima metà dell'Ottocento, con particolare riferimento ai seguenti temi:

- indagini teoriche e sperimentali che portano alla individuazione del carattere universale dell'interazione elettromagnetica e alla formulazione del concetto di campo;
- nascita di concezioni evolucionistiche in astronomia e biologia;
- scoperta del principio di conservazione dell'energia;
- mutamenti nella concezione dello spazio.

La terza sezione prende in esame le radici classiche della scienza contemporanea, così come si sono formate nella seconda metà dell'Ottocento, e si rivolge alle seguenti aree tematiche:

- teorie di Darwin sull'evoluzione;
- sviluppi matematici del concetto di campo;
- calcolo delle probabilità e determinismo nella nuova termodinamica;
- le nuove radiazioni e la scoperta dell'elettrone;
- la scoperta del neurone e la nascita delle odierne neuroscienze.

La quarta sezione del corso costituisce un'introduzione ai problemi tipici della scienza e della filosofia del Novecento:

- elementi di relatività ristretta e primi modelli quantistici dell'atomo;
- trasformazione nei rapporti tra teoria ed esperienza;
- nuove forme del problema mente/corpo;
- elementi di teoria della conoscenza scientifica.

### Struttura della verifica di profitto :

Scritta

### Testi di riferimento :

Storia della Scienza Moderna e Contemporanea (diretta da Paolo Rossi), UTET, Torino, 1988.

E. Bellone, Caos e armonia: storia della fisica moderna e contemporanea, UTET, Torino 1990.

B. Continenza, Darwin, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 1998.

G. Peruzzi, Maxwell, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 1998.

G. Peruzzi, Bohr, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 2001.

M.L. Dalla Chiara e G. Toraldo di Francia, Introduzione alla filosofia della scienza, Bari, Laterza, 1999.

G. Peruzzi (a cura di), Scienza e realtà. Riduzionismo e antiriduzionismo nelle scienze

del Novecento, Milano, Bruno Mondadori, 2000.

**Ausili didattici :**

Informazioni ulteriori alla pagina <http://www.pfs.unipd.it/cirsfis/corsoannuale.html>

## STORIA DELLA SCIENZA (MOD. B)

(Titolare: da definire) - Mutuato da: Laurea Quinquennale in Scienze Biologiche

**Periodo:** 2 semestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 40A 0,00 CFU

**Obiettivi formativi :**

Il corso è annuale e intende presentare le principali idee che hanno dato origine alla scienza contemporanea. Esso analizza i mutamenti scientifici e filosofici verificatisi nel periodo compreso tra la metà del Cinquecento e i primi decenni del Novecento. Il programma è sviluppato in circa 90 ore di lezione, ivi comprese 10/15 ore di seminari svolte sia dal docente del corso sia da docenti dell'Ateneo o di altri Atenei italiani e esteri. Il corso è diviso in due moduli di circa quaranta ore ciascuno (5 crediti ciascuno): il primo modulo comprende le prime due sezioni del programma; il secondo modulo la terza e la quarta sezione del programma.

**Contenuto dell'attività formativa :**

La prima sezione riguarda la rivoluzione scientifica e filosofica realizzatasi nel lungo periodo che inizia con le pubblicazioni dei trattati di Copernico e Vesalio, prosegue con le ricerche condotte da Keplero, Harvey, Cartesio e Galilei, e si chiude con la morte di Newton. L'analisi riguarda i seguenti temi:

90

- principali scoperte che in quel periodo vengono effettuate nelle scienze astronomiche, biologiche, fisiche, chimiche e matematiche;
- carattere universale dell'interazione gravitazionale;
- riflessioni seicentesche relative al metodo della ricerca e al meccanicismo;
- tesi filosofiche sviluppate nel Seicento da scienziati a proposito dei rapporti tra realtà, sensazioni e teorie;
- nascita dell'idea di progresso scientifico.

La seconda sezione è dedicata alla formazione di nuovi programmi di ricerca nel Settecento e nella prima metà dell'Ottocento, con particolare riferimento ai seguenti temi:

- indagini teoriche e sperimentali che portano alla individuazione del carattere universale dell'interazione elettromagnetica e alla formulazione del concetto di campo;
- nascita di concezioni evolucionistiche in astronomia e biologia;
- scoperta del principio di conservazione dell'energia;
- mutamenti nella concezione dello spazio.

La terza sezione prende in esame le radici classiche della scienza contemporanea, così come si sono formate nella seconda metà dell'Ottocento, e si rivolge alle seguenti aree tematiche:

- teorie di Darwin sull'evoluzione;
- sviluppi matematici del concetto di campo;
- calcolo delle probabilità e determinismo nella nuova termodinamica;
- le nuove radiazioni e la scoperta dell'elettrone;
- la scoperta del neurone e la nascita delle odierne neuroscienze.

La quarta sezione del corso costituisce un'introduzione ai problemi tipici della scienza e della filosofia del Novecento:

- elementi di relatività ristretta e primi modelli quantistici dell'atomo;
- trasformazione nei rapporti tra teoria ed esperienza;
- nuove forme del problema mente/corpo;
- elementi di teoria della conoscenza scientifica.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

Storia della Scienza Moderna e Contemporanea (diretta da Paolo Rossi), UTET, Torino, 1988.

E. Bellone, Caos e armonia: storia della fisica moderna e contemporanea, UTET, Torino 1990.

B. Continenza, Darwin, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 1998.

G. Peruzzi, Maxwell, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 1998.

G. Peruzzi, Bohr, collana "I grandi della scienza", Le Scienze, 2001.

M.L. Dalla Chiara e G. Toraldo di Francia, Introduzione alla filosofia della scienza, Bari, Laterza, 1999.

G. Peruzzi (a cura di), Scienza e realtà. Riduzionismo e antiriduzionismo nelle scienze del Novecento, Milano, Bruno Mondadori, 2000.

**Ausili didattici :**

## TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA

---

(Titolare: Prof. ALESSANDRO CAPORALI)

**Periodo:** IV anno, annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU

**Propedeuticit  :**

Esami di Fisica e Matematica del biennio.

**Contenuto dell'attivit  formativa :**

- a. Richiami di geometria piana e sferica;
- b. Elementi di analisi statistica dei dati sperimentali;
- c. Ellissoide e Geoide;
- d. Metodi di proiezione su un piano, modulo di deformazione;
- e. Coordinate piane. Cartografia IGM e CTR;
- f. Elementi di informatica necessari per la cartografia, immagini raster e vettoriali, georeferenziazione;
- g. Rilevamento con il GPS, restituzione del rilevamento su cartografia di base, creazione di cartografia tematica a strati.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Testi di riferimento :**

A. Caporali & M. Gallo, Cartografia e GPS per l'escursionista, Edizioni del Libro, 2001.

## VULCANOLOGIA

---

(Titolare: Prof. GIULIANO BELLINI) - Mutuato da: Laurea Quadiennale in Scienze Naturali

**Periodo:** annuale  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 80A 0,00 CFU