



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

# Scuola di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

GUIDA DELLO STUDENTE



2019/2020



**"Ci occupiamo di fatti che la gente  
considera insignificanti.**

**Ma sono proprio questi fatti che ci  
fanno comprendere il funzionamento  
della natura."**

(Darwin a Jenyns, 12 ottobre 1844 )



## Scuola di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

### Guida per gli studenti

#### **Note per i lettori:**

Si avvertono gli utenti che per ragione di sicurezza negli indirizzi email la '@' è stata sostituita con '(AT)'.  
Per navigare sulla Guida, scaricate la guida e usate l'opzione segnalibro di Acrobat, oppure dal browser, aprite l'opzione segnalibro in alto a destra.

*Foto di copertina: Tina Fasulo*

*Le foto della Guida sono state gentilmente offerte dai Corsi di Laurea*

*Grafica e impaginazione: Adriana Ardy*

**A.A. 2019-2020**

# SOMMARIO

## Saluto del Preside

### I nostri percorsi Lauree Triennali e Lauree Magistrali

Chimica LT Advanced Molecular Sciences LM Scienze Chimiche LM	Matematica LT Matematica LM
Diagnostica e Materiali per la Conservazione e il Restauro LT Scienze e Materiali per la Conservazione e il Restauro LM	Ottica e Optometria LT Scienze Biologiche LT Biologia Molecolare Applicata LM Biologia dell'Ambiente e del Comportamento LM
Fisica e Astrofisica LT Scienze Fisiche e Astrofisiche LM	Scienze Geologiche LT Scienze e Tecnologie Geologiche LM
Informatica LT Informatica LM	Scienze Naturali LT Scienze della Natura e dell'Uomo LM  Biotecnologie Molecolari LM

## Come iniziare

- Il Manifesto degli Studi
- Guida dello Studente estesa online
- Rimborso parziale delle tasse
- Prova di verifica delle conoscenze in ingresso
- Prova di ammissione
- Immatricolazione

## Lezioni ed Esami

- Corsi di formazione per la sicurezza
- Calendario delle attività didattiche
- Gli esami
- Valutazione della didattica
- Piani di studio
- Tesi di laurea
- Calendario delle sessioni di laurea

## Servizi per gli Studenti

- Stage e tirocini
- Orientamento
- Sportelli e servizi riservati agli studenti
- Segreterie Studenti
- Sportello di orientamento in ingresso
- Open Day
- Mobilità Internazionale
- Biblioteca di Scienze
- Mense Universitarie

## Contatti Utili

- Presidenza della Scuola
- Delegati della Scuola per i servizi agli studenti

### **Premessa**

È istituito presso l'Università di Firenze, Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, il Corso di Laurea Magistrale ex DM 270/04 in "Scienze e Tecnologie Geologiche" nell'ambito della Classe LM-74.

Il Corso di Studio Magistrale in "Scienze e Tecnologie Geologiche" ha durata di due anni e forma laureati nel campo della Geologia che abbiano approfondite competenze metodologiche, tecnologiche e scientifiche indirizzate all'analisi, sia qualitativa che quantitativa dei processi geologici, ed alla valutazione dei processi legati alla dinamica interna ed esterna del Pianeta Terra.

Il Corso di Studio si articola in quattro (4) percorsi formativi diversificati (curricula), che coprono i più importanti e rilevanti ambiti tecnico-scientifici delle Scienze Geologiche:

- Curriculum **Analisi ed evoluzione del Sistema Terra** (EST)
- Curriculum **Dinamica dei Sistemi Vulcanici** (DSV)
- Curriculum **Geologia Ambientale e Georisorse** (GAG)
- Curriculum **Geotecnologie per l'Ambiente e il Territorio** (GAT)

Il Curriculum **Analisi ed evoluzione del sistema Terra** (EST) ha l'obiettivo di formare un laureato che possa raccogliere e interpretare i dati inerenti alle trasformazioni in atto nell'ambiente fisico del pianeta, studiarne le cause e trarre dalle testimonianze del passato indicazioni per gli assetti futuri.

Il Curriculum **Dinamica dei Sistemi Vulcanici** (DSV) ha lo scopo di fornire al laureato gli strumenti necessari per lo studio dei processi vulcanici la loro storia, evoluzione e dinamica oltre che per l'analisi e la prevenzione del rischio correlato.

Il Curriculum **Geologia Ambientale e Georisorse** (GAG) ha lo scopo di fornire al laureato gli strumenti e le competenze necessarie all'analisi della vulnerabilità ambientale connessa a fattori geologici, alla definizione dell'impatto geologico-ambientale di opere antropiche, alla vulnerabilità geochimica e mineraria di aree ad elevata antropizzazione e di intenso sfruttamento minerario anche in combinazione con la valutazione delle risorse energetiche naturali.

Il Curriculum **Geotecnologie per l'Ambiente e il Territorio** (GAT) mira a fornire al laureato gli elementi metodologici e le competenze tecnico-scientifiche e tecnologiche approfondite per l'analisi dei processi geologici e delle dinamiche geoambientali tese alla valutazione dei rischi e alla pianificazione territoriali, nonché al reperimento e sfruttamento delle risorse idriche e lapidee. Il Curriculum fornisce anche le competenze specifiche di laboratorio e di terreno per l'analisi geotecnologica nonché le capacità specifiche in vari ambiti geologico-applicativi.

### **Obiettivi formativi**

I laureati in Scienze e Tecnologie Geologiche sviluppano pertanto capacità di comprendere, a un livello approfondito, le dinamiche dei diversi processi geologici e le implicazioni per quanto attiene le trasformazioni in atto nell'ambiente fisico del Pianeta e la prospezione e sfruttamento delle geo-risorse. In particolare il Corso di Studio Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche fornisce al laureato le competenze specifiche di carattere scientifico e tecnologico per:

- fornire una approfondita valutazione delle cause, della prevenzione e dei possibili rimedi dal rischio geologico derivato da fenomeni vulcanici, idrogeologici, franosi, sismici;

- affrontare problematiche legate con l'indagine professionale indirizzate ad interventi di pianificazione territoriale ed ambientale, progettazione geo-tecnologica, e valutazione di impatto geologico-ambientale di opere antropiche;
- valutare e pianificare la ricerca e lo sfruttamento delle risorse geologiche in ambito minerario, petrografico (materiali lapidei), geotermico, e idrogeologico.

Il livello di conoscenza raggiunto da ciascun laureato magistrale dovrà essere tale da consentire la comprensione delle informazioni pubblicate su riviste scientifiche internazionali del settore specifico di applicazione.

Per il raggiungimento di questi obiettivi molti insegnamenti del CdS prevedono sia attività sperimentali di laboratorio che esercitazioni di terreno finalizzate alla verifica delle capacità di restituzione delle informazioni scientifiche e tecnologiche, generali e specifiche, ricevute durante il Corso di Studio.

### **Profilo culturale e professionale**

I laureati in Scienze e Tecnologie Geologiche saranno capaci di applicare le loro conoscenze e capacità di comprensione sia in ambito professionale che scientifico seguendo un approccio metodologico basato su:

- l'acquisizione di una familiarità con il metodo scientifico di indagine e con la sua applicazione, anche in forma originale, alla rappresentazione e alla modellizzazione dei processi geologici;
- la capacità di adattare le competenze operative (di terreno e di laboratorio) ad alto livello di specializzazione acquisite con il corso di studi magistrale, alle esigenze professionali e di ricerca in continua evoluzione nel settore delle Scienze della Terra, anche di fronte a situazioni nuove o non familiari;
- la capacità di risolvere i problemi, in breve tempo e anche in condizioni difficili e di sviluppare progetti scientifici e/o tecnico-applicativi nei vari settori delle Scienze della Terra.

In particolare nelle esperienze didattiche di terreno, di laboratorio e nel tirocinio formativo lo studente si eserciterà nell'applicare le conoscenze acquisite alla risoluzione di varie problematiche geologiche, avvalendosi di un approccio flessibile e multidisciplinare. Tali attività, svolte singolarmente e/o in gruppo, potranno favorire la maturazione della capacità di applicare le proprie conoscenze anche attraverso dinamiche di confronto e discussione critica con altri studenti e con i docenti.

Le capacità di applicare conoscenza e comprensione saranno valutate attraverso l'esame della correttezza metodologica impiegata e dell'approccio multidisciplinare alla soluzione dei problemi sia nell'ambito dei vari esami di profitto che in sede di presentazione e discussione della tesi durante la prova finale.

Tale capacità sarà valutata sia attraverso le singole prove di esame, che mediante verifiche delle attività pratiche, di laboratorio e di terreno, svolte durante il percorso formativo della Laurea Magistrale.

## **Sbocchi professionali**

L'impegno professionale dei laureati in Scienze e Tecnologie Geologiche, potrà svolgersi in vari settori che comprendono, oltre agli aspetti inerenti alla ricerca di base, attività quali:

- il rilevamento e la redazione di cartografie geologiche, tematiche, anche rappresentate tramite sistemi informativi territoriali;
- l'individuazione e la valutazione delle pericolosità geologiche e ambientali; l'analisi, prevenzione e mitigazione dei rischi geologici e ambientali con relativa redazione degli strumenti cartografici specifici, la programmazione e progettazione degli interventi geologici strutturali e non strutturali, compreso l'eventuale relativo coordinamento di strutture tecnico gestionali;
- la valutazione e pericolosità della attività vulcanica con particolare riferimento alle figure professionali impiegate per la definizione e mitigazione del rischio in aree vulcaniche;
- le indagini geognostiche e l'esplorazione del sottosuolo anche con metodi geofisici; le indagini e consulenze geologiche ai fini della relazione geologica per le opere di ingegneria civile mediante la costruzione del modello geologico-tecnico; la programmazione e progettazione degli interventi geologici e la direzione dei lavori relativi, finalizzati alla redazione della relazione geologica;
- il reperimento, la valutazione e gestione delle georisorse minerarie, energetiche ed idriche, e dei geomateriali d'interesse industriale e commerciale compresa la relativa programmazione, progettazione e direzione dei lavori; l'analisi, la gestione e il recupero dei siti estrattivi dimessi;
- il reperimento, la valutazione e gestione delle risorse geotermiche di bassa ed alta entalpia; le indagini e la relazione geotecnica; la valutazione e prevenzione del degrado dei beni culturali ed ambientali per gli aspetti geologici, e le attività geologiche relative alla loro conservazione;
- la geologia applicata alla pianificazione per la valutazione e per la riduzione dei rischi geoambientali compreso quello sismico, con le relative procedure di qualificazione e valutazione; l'analisi e la modellazione dei sistemi relativi ai processi geoambientali e la costruzione degli strumenti geologici per la pianificazione territoriale e urbanistica ambientale delle georisorse e le relative misure di salvaguardia, nonché per la tutela, la gestione e il recupero delle risorse ambientali;
- la gestione degli strumenti di pianificazione dalla programmazione e progettazione degli interventi geologici al coordinamento di strutture tecnico-gestionali; gli studi d'impatto ambientali per la Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) e per la Valutazione Ambientale Strategica (VAS) limitatamente agli aspetti geologici; i rilievi geodetici, topografici, oceanografici ed atmosferici, ivi compresi i rilievi ed i parametri meteorologici caratterizzanti e la dinamica dei litorali; il Telerilevamento e i Sistemi Informativi Territoriali (GIS); le analisi, la caratterizzazione fisico-meccanica e la certificazione dei materiali geologici; le indagini geopedologiche e le relative elaborazioni finalizzate a valutazioni di uso del territorio; le analisi geologiche, idrogeologiche, geochimiche delle componenti ambientali relative alla esposizione e vulnerabilità a fattori inquinanti e ai rischi conseguenti; l'individuazione e la definizione degli interventi di mitigazione dei rischi; il coordinamento della sicurezza nei cantieri temporanei e mobili limitatamente agli aspetti geologici; la funzione di Direttore responsabile in tutte le attività estrattive a cielo aperto, in sotterraneo, in mare;
- le indagini e ricerche paleontologiche, petrografiche, mineralogiche,

sedimentologiche, geopedologiche, geotecniche, geostrutturali, geochimiche ed idrogeologiche; la funzione di Direttore e Garante di laboratori geotecnici.

Gli sbocchi professionali sono riferibili alle seguenti attività ISTAT (rif.to: Classificazione delle attività economiche Ateco 2011), precedute dal corrispondente codice:

- Geologi;
- Paleontologi;
- Geofisici;
- Meteorologi;
- Idrologi;
- Ricercatori e tecnici laureati nelle Scienze della Terra.

Per quel che riguarda i profili professionali di riferimento in ambito regionale ci si può riferire al Repertorio Regionale delle Figure Professionali (RRFP) elaborato dalla Regione Toscana ([web.rete.toscana.it/RRFP](http://web.rete.toscana.it/RRFP)), nel quale si individuano in particolare sbocchi professionali nel settore di riferimento "Ambiente, Ecologia e Sicurezza".

### **Requisiti di ammissione e verifica della adeguatezza della preparazione**

L'accesso alla Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche, classe LM-74, è consentito a coloro che siano in possesso di una laurea nella classe L-34 (Scienze Geologiche) ex-D.M. 270/04, oppure di una laurea nella classe 16 (Scienze della Terra) ex-D.M. 509/99. L'accesso alla Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche, classe LM74, è altresì consentito a coloro che abbiano acquisito una buona preparazione di base nelle discipline matematiche, fisiche e chimiche ed un'adeguata preparazione nelle discipline geologiche e che siano in possesso di una laurea conseguita in altra classe, oppure di diploma universitario di durata triennale, oppure di altro titolo conseguito all'estero e riconosciuto idoneo dal Consiglio CdS.

### **Requisiti curriculari**

Per accedere alla Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche, classe LM-74 delle Lauree Magistrali, è richiesto il possesso dei seguenti requisiti curriculari: almeno 9 CFU (crediti formativi universitari) complessivi nelle discipline matematiche e informatiche (SSD settori scientifico disciplinari MAT/xx, senza vincoli sui singoli SSD, INF/01); almeno 6 CFU nelle discipline fisiche (SSD FIS/xx) senza vincoli sui singoli SSD; almeno 6 CFU nelle discipline chimiche (SSD CHIM/xx) senza vincoli sui singoli SSD; almeno 66 CFU nei SSD GEO/xx con l'ulteriore vincolo di aver effettuato almeno 6 CFU di attività formativa di terreno (campo geologico).

### **Adeguatezza preparazione**

La verifica della preparazione individuale si considera virtualmente assolta per tutti i laureati in possesso di una laurea della classe 16, ex D.M. 509/99, del CdS in Scienze Geologiche istituito presso l'Università degli Studi di Firenze. Per gli altri laureati in possesso dei requisiti curriculari di cui sopra, l'adeguatezza della preparazione verrà verificata dalla Commissione Didattica del Corso di Studio primariamente sulla base del curriculum di studi presentato con la domanda di valutazione.

Qualora il curriculum sia giudicato soddisfacente, la Commissione Didattica delibera l'ammissibilità al Corso di Studio Magistrale rilasciando il previsto nulla osta.

In caso contrario l'accertamento della preparazione dello studente avviene tramite un colloquio che potrà portare al rilascio del nulla osta per l'ammissione con la proposta di un piano di studi personale in accordo con l'Ordinamento anche in deroga con quanto previsto dal presente Regolamento.

Non sono in ogni caso previsti debiti formativi, ovvero obblighi formativi aggiuntivi, al momento dell'accesso.

### **Articolazione delle attività formative e crediti ad essi attribuiti**

Il Corso di Studio Magistrale ha durata di 2 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di circa 60 CFU all'anno. Lo studente che abbia comunque ottenuto 120 crediti, adempiendo a tutto quanto previsto dall'Ordinamento e Regolamento, può conseguire il titolo di studio (Laurea Magistrale) anche antecedentemente alla scadenza biennale.

Il Corso di Studio Magistrale prevede un'articolazione in quattro percorsi formativi (curricula) diversificati, le cui finalità sono descritte nell'Art.2 del presente regolamento:

**Curriculum "Analisi ed evoluzione del sistema Terra" (EST)**

**Curriculum "Dinamica dei Sistemi Vulcanici (DSV)**

**Curriculum "Geologia Ambientale e Georisorse" (GAG)**

**Curriculum "Geotecnologie per l'Ambiente e il territorio (GAT)**

Il Corso di Studio Magistrale è basato su attività formative relative a cinque tipologie: 1) caratterizzanti, 2) affini e integrative, 3) a scelta autonoma dello studente, 4) prova finale e conoscenza della lingua straniera e 5) ulteriori attività formative (conoscenze linguistiche, informatiche, relazionali ed utili all'inserimento nel mondo del lavoro).

Per quanto riguarda gli insegnamenti specifici del biennio della Laurea Magistrale, si riporta nella Tabella 1a-1d il quadro dettagliato delle diverse tipologie di attività dei vari curricula.

I quattro curricula prevedono da un minimo di 8 ad un massimo di 9 insegnamenti caratterizzanti, per un totale minimo di 48 CFU ed un massimo di 54 CFU. Nell'ambito dei corsi "Caratterizzanti" ed "affini e Integrativi" (minimo 12 CFU), allo studente è talvolta fornita la possibilità di scegliere tra più insegnamenti alternativi (gruppi di scelta) dello stesso ambito. Sono riservati 12 CFU per le attività formative autonomamente scelte dallo studente; la scelta è libera e può includere qualsiasi insegnamento attivo presso l'Ateneo, ma dovrà essere motivata e coerente con il progetto formativo del CdS (art.10, comma 5a, D.M. 270/04). In questo ambito il CdS suggerisce di inserire insegnamenti appartenenti ad altri curricula del CdS Magistrale e/o i corsi scartati tra quelli nei gruppi di scelta dello stesso curriculum.

Sono riservati 6 CFU per stage o tirocinio, che potrà essere svolto presso strutture universitarie, enti pubblici o ditte private per un periodo di 150 ore per acquisire e/o perfezionare conoscenze dei problemi e manualità delle tecniche, utilizzabile anche come primo incontro con il mondo del lavoro.

La prova finale ha un valore totale di 36 CFU e si articola in una prima fase di lavoro sperimentale (18 CFU), ed una seconda relativa all'elaborazione e redazione del documento finale (18 CFU) con successiva discussione del lavoro di Tesi svolto in autonomia dallo studente sotto la guida di un docente del Dipartimento di Scienze della Terra, definito relatore, su di un argomento preventivamente assegnato dal Consiglio di CdS o dal Comitato per la Didattica.

**TABELLA 1A: CURRICULUM - “ANALISI ED EVOLUZIONE DEL SISTEMA TERRA” (EST)**

Tipologia Attività formativa	INSEGNAMENTO	Anno	Sem.	CFU	Docente	Codice
1) Attività formative caratterizzanti (per un totale di 48 CFU per n.ro 8 esami)	Geologia regionale (GEO 02)	1	1	6	Enrico Pandeli	B016188
	Geologia Stratigrafica (GEO 02)	1	1	6	Adele Bertini	B024526
	Sedimentologia (GEO 02)	1	1	6	Marco Benvenuti	B006280
	Complementi di Geologia Applicata (GEO 05)	1	1	6	Riccardo Fanti Veronica Tofani	B020950
	Geocronologia ed evoluzione planetaria (GEO 07)	1	1	6	Riccardo Avanzinelli Lorella Francalanci	B030068
	<b>3 corsi fra i seguenti</b>					
	Paleoclimatologia (GEO 01)	2	1	18	Adele Bertini	B012765
	Paleoceanografia (GEO 01)	2	1		Simonetta Monechi	B018824
	Geologia Strutturale (GEO 03)	1	2		Federico Sani	B016190
	Geologia del sottosuolo (GEO 03)	1	2		Massimo Coli	B016186
	Geologia dei serbatoi (GEO 02)	1	2		Enrico Pandeli Enrico Capezzuoli	B030070
	Sostenibilità e crisi biologiche (GEO 01)	2	1		Lorenzo Rook	B030069
<b>3 corsi fra i seguenti</b>						
<b>2) Attività formative affini o integrative (art.10, comma 5, lett. B) Per un totale di 18 CFU per n.ro 3 esami</b>	Gestione e tutela beni e siti paleontologici (GEO 01)	1	2		18	Lorenzo Rook
	Paleobiologia ambientale (GEO 01)	1	2	Silvia Danise		B030072
	Geodinamica (GEO 03)	1	2	Marco Bonini Giacomo Corti		B016078
	Modelli di associazioni strutturali (GEO 03)	2	1	Chiara Del Ventisette Domenico Montanari		B018823
	Geologia delle risorse lapidee (GEO 03)	1	2	Massimo Coli		B014623
	Tettonica Quaternaria (GEO 03)	2	1	Federico Sani Chiara Del Ventisette		B030074
	Geologia Planetaria e esobiologia (GEO 06)	1	2	Giovannio Pratesi		B030073
	Pedologia (AGR 14)	1	2	Stefano Carnicelli		B014432
	Conservazione del Suolo (GEO 05)	1	2	Riccardo Fanti		B030050
<b>3) Attività formative a scelta autonoma (art.10, comma 5, lett. a)(12 CFU a scelta per n.ro 1 esami)</b>	<b>Corsi a scelta libera</b>			12		
<b>4) Prova finale ed altre attività (art.10, comma 5, lett. c)</b>	Prova finale: lavoro sperimentale			18		B027380
	Prova Finale: elaborazioni e redazione			18		B027114
<b>5) Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lett. d)</b>	Stage e tirocini			6		B012797

**TABELLA 1B: CURRICULUM - "DINAMICA DEI SISTEMI VULCANICI" (DSV)**

Tipologia Attività formativa	INSEGNAMENTO	Anno	Sem.	CFU	Docente	Codice	
1) Attività formative caratterizzanti (per un totale di 56 CFU per n.ro 9 esami)	Geologia Strutturale (GEO 3)	1	2	6	Federico Sani	B016190	
	Petrologia (GEO 07)	1	1	6	Lorella Francalanci	B012787	
	Vulcanologia (GEO 08)	1	1	6	Raffaello Cioni	B018822	
	Complementi di Geologia Applicata	1	1	6	Riccardo Fanti Veronica Tofani	B020950	
	Fisica del Vulcanismo (GEO 10)	1	1	6	Maurizio Ripepe	B020944	
	Geochimica dei fluidi vulcanici e geotermici (GEO 08)	1	2	6	Franco Tassi	B030066	
	<b>2 corsi fra i seguenti</b>						
	Stratigrafia rocce vulcaniche (GEO 07)	1	2	12	Lorella Francalanci Raffaello Cioni	B018828	
	Geologia isotopica (GEO 07)	1	2		Riccardo Avanzinelli	B016187	
	Rischio vulcanico (GEO 08)	2	2		Orlando Vaselli Raffaello Cioni	B020944	
	Laboratorio di vulcanologia (GEO 08)	1	2		Raffaello Cioni Lorella Francalanci	B020931	
	Geotermia (GEO 08)	1	2		Orlando Vaselli Franco Tassi	B018827	
	<b>1 corso fra i seguenti</b>						
	Sismologia applicata (GEO 10)	2	1	6	Emanuele Marchetti	B018832	
Rischio sismico (GEO 10)	2	1		Giorgio Lacanna	B020945		
2) Attività formative affini o integrative (art.10, comma 5, lett. B) Per un totale di 12 CFU per n.ro 2 esami	Geotermobarometria cristallografica	1	1	6	Luca Bindi	B030067	
	<b>1 corso fra i seguenti</b>						
	Metodi di analisi mineralogica (GEO 06)	2	2	6	Francesco Di Benedetto	B018830	
	Laboratorio di Cristallografia (GEO 06)	1	2		Paola Bonazzi	B020946	
	Inclusioni fluide e mineralogia applicata (GEO 09)	2	1		Valentina Rimondi Giovanni Ruggieri	B018831	
	Georisorse (GEO 09)	1	2		Pilario Costagliola Marco Benvenuti	B016193	
	Metodi di analisi petrografica (GEO 07)	1	2		Franmcesco Di Benedetto Simone Tommasini	B030064	
Geodinamica (GEO 03)	1	2	Marco Bonini Giacomo Corti		B016078		
3) Attività formative a scelta autonoma (art.10, comma 5, lett. a)(12 CFU a scelta per n.ro 1 esami)	Corsi a scelta libera			12			
4) Prova finale ed altre attività (art.10, comma 5, lett. c)	Prova finale: lavoro sperimentale			18		B027380	
	Prova Finale: elaborazioni e redazione			18		B027114	
5) Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lett. d)	Stage e tirocini			6		B012797	

Tabella 1c: Curriculum - "Geologia Ambientale e Georisorse" (GAG)

Tipologia Attività formativa	INSEGNAMENTO	Anno	Sem.	CFU	Docente	Codice	
1) Attività formative caratterizzanti (per un totale di 48 CFU per n.ro 8 esami)	Geologia Strutturale	1	2	6	Federico Sani	B016190	
	Idrogeologia Applicata	1	1	6	Riccardo Fanti	B016195	
	Geochemica Ambientale	1	1	6	Antonella Buccianti	B012725	
	Georisorse e ambiente	1	1	6	Pilario Costagliola	B016693	
	<b>1 corso fra i seguenti</b>						
	Geologia Ambientale (GEO 04)	1	1	6	Sandro Moretti	B005483	
	Elementi Geologici di valutazione impatto ambientale (GEO 04)	1	1		Federico Raspini Samuele Segoni	B020947	
	Dinamica e Difesa dei Litorali (GEO 04)	1	2		Enzo Pranzini	B018690	
	<b>3 corsi fra i seguenti</b>						
	Geotermia (GEO 08)	1	2	18	Orlando Vaselli Franco Tassi	B018827	
	Geochemica Applicata (GEO 08)	1	2		Franco Tassi Stefania Venturi	B020949	
	Geochemica Computazionale e Geostatistica (GEO 08)	1	2		Antonella Buccianti	B020948	
	Geochemica in aree Urbane (GEO 08)	1	1		Franco Tassi Stefania Venturi	B030062	
	Petrografia dei materiali lapidei (GEO 07)	2	1		Sandro conticelli Claudio Natali	B030061	
Complementi di Georisorse e ambiente GEO 09)	2	1	Valentina Rimondi		B030063		
<b>3 corsi fra i seguenti</b>							
2) Attività formative affini o integrative (art.10, comma 5, lett. B) Per un totale di 18 CFU per n.ro 3 esami	Metodi di analisi mineralogica (GEO 06)	2	2	18	Francesco Di Benedetto	B018830	
	Laboratorio di Cristallografia(GEO 06)	1	2		Paola Bonazzi	B020946	
	Inclusioni fluide e mineralogia applicata (GEO 09)	2	1		Valentina Rimondi Giovanni Ruggeri	B018831	
	Georisorse (GEO 09)	1	2		Pilario Costagliola Marco Benvenuti	B016193	
	Metodi di analisi Petrografica (GEO 07)	1	2		Francesco Di Benedetto Simone Tommasini	B030064	
	Geodinamica (GEO 03)	1	2		Marco Bonini Giacomo Corti	B016078	
	Mineralogia ambientale (GEO 06)	2	1		Francesco Di Benedetto	B020936	
	Isotopi radiogenici e indagine ambientale (GEO 07)	1	1		Riccardo Avanzinelli	B020935	
	Petrografia e Analisi Ambientale (GEO 07)	1	2		Claudio Natali	B030065	
	<b>3) Attività formative a scelta autonoma (art.10, comma 5, lett. a)(12 CFU a scelta per n.ro 1 esami)</b>						
Corsi a scelta libera				12			

4) <b>Prova finale ed altre attività</b> (art.10, comma 5, lett. c)	Prova finale: lavoro sperimentale			18		B027380
	Prova Finale: elaborazioni e redazione			18		B027114
5) <b>Ulteriori attività formative</b> (art.10, comma 5, lett. d)	Stage e tirocini			6		B012797



**TABELLA 1D: CURRICULUM - "GEOTECNOLOGIE PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO" (GAT)**

Tipologia Attività formativa	INSEGNAMENTO	Anno	Sem.	CFU	Docente	Codice	
1) Attività formative caratterizzanti (per un totale di 48 CFU per n.ro 8 esami)	Geologia Strutturale (GEO 03)	1	2	6	Federico Sani	B016190	
	Geologia Tecnica (GEO 05)	1	1	6	Emanuele Intrieri	B030046	
	Laboratorio GIS e Telerilevamento (GEO 04)	1	1	6	Filippo Catani	B026156	
	Idrogeologia Applicata (GEO 05)	1	1	6	Riccardo Fanti	B016195	
	<b>1 corso fra i seguenti</b>						
	Geochimica Ambientale (GEO 08)	1	1	6	Antonella Buccianti	B012725	
	Petrografia Applicata (GEO 07)	1	1		Sandro Conticelli	B014433	
	<b>3 corsi fra i seguenti</b>						
	Geomorfologia Applicata (GEO 04)	1	2		Filippo Catani	B012775	
	Geologia ambientale (GEO 04)	1	1		Sandro Moretti	B005483	
	Idrogeomorfologia Carsica (GEO 04)	2	1		Leonardo Piccini	B029099	
	Elementi Geologici di valutazione impatto ambientale (GEO 04)	2	1		Federico Raspini Samuele Segoni	B020947	
	Dinamica e Difesa dei Litorali (GEO 04)	1	2		Enzo Pranzini	B018690	
	Laboratorio di Geologia Tecnica (GEO 05)	1	2		Giovanni Gigli	B030048	
Applicazioni geologiche tecniche di monitoraggio (GEO 05)	2	1		Silvia Bianchini Federico Raspini	B030049		
2) Attività formative affini o integrative (art.10, comma 5, lett. B) Per un totale di 18 CFU per n.ro 3 esami	<b>3 corsi fra i seguenti</b>						
	Laboratorio di Idrogeologia Applicata (GEO 05)	1	2		Riccardo Fanti	B020951	
	Rilevamento Geologico Tecnico (GEO 05)	1	1		Giovanni Gigli	B026157	
	Legislazione ambientale e di protezione civile (GEO 05)	2	1		Samuele Segoni Elvezio Galanti	B020939	
	Conservazione del Suolo (GEO 05)	1	2		Riccardo Fanti	B030050	
	Esplorazione geologica del sottosuolo (GEO 05)	1	2		Ascanio rosi	B016072	
3) Attività formative a scelta autonoma (art.10, comma 5, lett. a)(12 CFU a scelta per n.ro 1 esami)	Corsi a scelta libera			12			
4) Prova finale ed altre attività (art.10, comma 5, lett. c)	Prova finale: lavoro sperimentale			18		B027380	
	Prova Finale: elaborazioni e redazione			18		B027114	
5) Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lett. d)	Stage e tirocini			6		B012797	

## RIFERIMENTI

### **Presidente del Corso di Laurea**

Prof. Sandro Moretti tel.: 055 2757499

e-mail: pres-cdl.geologia(AT)unifi.it

### **Delegati all'Orientamento Prof. Franco Tassi tel.: 055 2757477**

e-mail: franco.tassi(AT)unifi.it

Prof. Pilario Costagliola tel.: 055 2757476

e-mail: pilario.costagliola(AT)unifi.it

### **Presidente del Comitato per la Didattica**

Dott. Leonardo Piccini tel.: 055-2757522

e-mail: leonardo.piccini(AT)unifi.it

## PROGRAMMI DEI CORSI

### **B030049 - Applicazioni Geologico Tecniche di Monitoraggio (Raspini/Bianchini)**

Il anno, I semestre, 6 CFU

Programma del corso: analisi delle serie temporali di aree in frana e in subsidenza, da remoto e con sensori basati a terra. Caratterizzazione dei pattern di deformazione e stima dell'istante di innesco della frana. Applicazione di modelli di failure prediction. Sistemi di monitoraggio: sensori a terra e dati acquisiti da remoto, soglie di movimento e livelli di allerta. Frane superficiali e frane profonde: correlazione tra movimenti del terreno, piogge e piezometrie. Reti di sensori wireless: progettazione e implementazione. Global Positioning System: acquisizione ed elaborazione dati. Clusterizzazione spaziale e temporale di dati di monitoraggio. Calcolo della consolidazione da imposizione del carico e validazione con dati di monitoraggio. Determinazione del cedimento differenziale e angolo di distorsione con dati acquisiti da remoto. Tecnica Structure from Motion per la ricostruzione di modelli 3D da foto aeree storiche. Utilizzo di piattaforme open e software liberi per l'elaborazione di dati satellitari. Diffusione di dati di monitoraggio: metodi e problematiche connesse.

Obiettivi Formativi: Il corso si propone di fornire competenze avanzate sui seguenti argomenti: i) applicabilità degli strumenti di monitoraggio in diversi contesti geologici e geomorfologici; ii) progettazione di un sistema di monitoraggio; iii) analisi ed interpretazione dei dati raccolti da un sistema di monitoraggio; iv) sintesi e diffusione dei dati raccolti da un sistema di monitoraggio.

### **B020950 – Complementi di Geologia Applicata (Fanti/Tofani)**

Programma del corso: Modellazione del bilancio idrologico: trasformazione afflussi deflussi, infiltrazione, leggi di flusso in mezzi porosi saturi e insaturi. Idrodinamica dei pozzi in condizioni stazionarie. Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. Indagini e prove in situ. Capacità portante delle fondazioni dirette e profonde e cedimenti. Strutture di sostegno e spinta delle terre. Stabilità dei pendii. Legislazione geologico-ambientale.

Obiettivi formativi: Fornire le competenze di base per la professione del geologo nei settori dell'idrologia, dell'idrogeologia applicate, della geologia tecnica e fornire conoscenze relativamente alla legislazione geologico-ambientale.

### **B030063 - Complementi di Georisorse e Ambiente (Rimondi)**

Programma: georisorse (ore minerals, riserve, giacimenti), prospezione mineraria e fasi del processo (pre-fattibilità, esplorazione, valutazione tenore e tonnellaggio),

minerogenesi minerali industriali e processi industriali (nitrati, fosfati, talco, building stone, fire clays ecc.), cenni su giacimenti ad idrocarburi e sui processi di produzione e separazione, impatto ambientale della coltivazione mineraria (open pit e underground mining), processi di acid mine drainage, riciclo e riutilizzo dei rifiuti minerali.

**Obiettivi formativi:** Corso di approfondimento avente per oggetto l'acquisizione di conoscenze circa le materie prime minerali, con particolare riferimento ai minerali industriali, prospezione mineraria (cenni) e impatto ambientale della coltivazione mineraria.

### **B020943 - Conservazione Del Suolo (Fanti)**

*Programma del corso:* Le minacce al suolo e dal suolo. La posizione del suolo nei principali sottosistemi ambientali. L'architettura del suolo; tessitura, struttura, porosità. I rapporti suolo-acqua; potenziale matriciale, ritenzione idrica, metodi di misura e modelli di stima. Il moto dell'acqua nel suolo, metodi di misura e modelli di stima. I processi dell'infiltrazione e della compattazione superficiale. L'erosione del suolo; erosione eolica; erosione idrica, processi, fattori, modelli di stima a lungo termine. Fenomeni di adsorbimento e ritenzione di specie chimiche nel suolo. L'acidificazione del suolo; processi naturali, inquinamento. Gli effetti del consumo di suolo e le tecniche per la loro valutazione.

*Obiettivi formativi:* Capacità di valutare i processi di degradazione del suolo, attuali e potenziali. Capacità di valutare e utilizzare semplici modelli per la stima dei processi fisici del suolo. Capacità di individuare interventi di prevenzione e rimedio.

### **B018690 - Dinamica E Difesa Dei Litorali (Pranzini)**

*Programma:* La forma delle coste. Caratteristiche dell'interfaccia terra-mare. La classificazione delle coste. Il clima delle coste Il contrasto termico terra-mare-atmosfera. Il clima delle isole. Il clima delle coste nella fascia intertropicale. Il clima delle coste delle medie latitudini. Il clima delle coste delle alte latitudini. I movimenti del mare. Il moto ondoso: Generazione delle onde. La misurazione delle onde. La propagazione delle onde in acque basse. Rifrazione delle onde. Diffrazione delle onde. Le maree. La misura delle maree.

Le variazioni del livello marino. Le variazioni eustatiche: Le cause delle variazioni eustatiche, La transgressione Flandriana, Gli scenari futuri. Coste soggette a movimenti verticali (Tettonica e Isostasia). Le falesie. Lo sviluppo longitudinale delle coste rocciose (Coste di faglia e Scarpate di erosione marina). Il profilo trasversale di una falesia e i Solchi di battente. L'insediamento antropico sulle coste alte e la stabilizzazione delle falesie. Le coste di sommersione. Le coste a ria. Fiordi e skärgård e drumlin coast. Rias. Gli estuari. Le piane tidali. L'insediamento antropico sulle coste di sommersione. Le spiagge. L'origine dei sedimenti. Le dimensioni dei sedimenti. Il profilo trasversale della spiaggia. Lo sviluppo longitudinale di una spiaggia. Barrier island, spit e tomboli. Il bilancio sedimentario dei litorali. Stabilizzazione degli inlet. Dune costiere. La formazione delle dune. Distribuzione geografica delle dune costiere. L'impatto antropico e la difesa delle dune. Delta. La forma dei delta. I delta italiani. L'insediamento antropico sui delta.

Coste della fascia intertropicale. Scogliere coralline: Distribuzione geografica, Origine delle barrier reef e degli atolli. Morfologia delle scogliere. Mangrovi. Impatto antropico sulle coste tropicali. Le coste dominate dal ghiaccio. Il ghiaccio marino. L'azione del permafrost. Lo sviluppo longitudinale delle coste dominate dal permafrost. La difesa dei litorali. Scogliere aderenti. Scogliere parallele emerse e sommerse. Piattaforme isola. Pennelli. Setti sommersi e pennelli permeabili. Il controllo dell'evoluzione planimetrica del litorale. Spiagge drenate. Alimentazione artificiale dei

litorali. Impatto dei porti sulla dinamica dei litorali. Difese non convenzionali. L'eliminazione delle cause dell'erosione. Escursioni sul litorale toscano.

*Obiettivi formativi:* Conoscenze: Processi connessi con la dinamica dei litorali e tecniche di difesa delle coste. Competenze acquisite

Definizione delle dinamiche costiere, identificazione delle cause di erosione e impostazione di strategie di difesa e gestione della fascia costiera. Capacità acquisite al termine del corso: Lettura del territorio costiero e dei processi in atto. Identificazione degli strumenti gestionali e tecniche per il recupero e la gestione dei litorali.

#### **B020947 - Elementi Geologici Per Valutazione Impatto Ambientale (Raspini/Segoni)**

*Programma del corso:* rapporto uomo-territorio dal passato al presente. Sviluppo sostenibile nella società moderna. Concetto di "ambiente" e di "impatto" nella procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). Nascita della VIA ed introduzione della procedura tecnico-amministrativa nel contesto europeo. Studio di Impatto Ambientale (SIA). Descrizione della Valutazione di Incidenza (VI) e rapporto con VIA e VAS. Certificazioni di sostenibilità volontarie: ECOLABEL e EMAS. Quadro normativo europeo, italiano e regionale. Metodologia generale di valutazione di impatto ambientale e tempi istruttori. Schematizzazione delle procedure dalla verifica di assoggettabilità alla decisione finale. *Screening e scoping*. "Alternative di progetto" e "alternative al progetto". Caratteristiche generali dell'ambiente da sottoporre a valutazione: Componenti ambientali, fattori di disturbo e possibili relazioni. Caratterizzazione *ante-operam*, analisi degli impatti, mitigazioni e compensazioni. Durante il corso verranno mostrati e discussi esempi e casi reali di Valutazione di Impatto Ambientale.

*Obiettivi Formativi:* Il corso si propone di fornire le competenze di base sui seguenti argomenti: *i)* quadro normativo comunitario, nazionale e regionale in materia di Valutazione di Impatto Ambientale; *ii)* procedure di Valutazione di Impatto Ambientale e strumenti per la gestione ambientale; *iii)* analisi delle singole componenti ambientali (analisi tematiche); *iv)* struttura di uno studio di impatto ambientale, valutazione degli impatti, uso di modelli.

#### **B016072 - Esplorazione Geologica del Sottosuolo (Rosi)**

*Programma:* Gravimetria: basi fisiche e applicazioni, correzioni gravimetriche.

Goelettrica: basi fisiche, resistività, proprietà elettriche dei terreni, parametri che influenzano la resistività, SEV, tomografie 2D, 3D. Array di acquisizione di dati, sensitività, strumentazione per acquisizione dati, pianificazione e realizzazione di uno stendimento, elaborazione e interpretazione dati, tomografia. Sismica a rifrazione: richiamo delle basi fisiche, leggi di Snell, tempi di arrivo delle onde, tempo di ritardo e di intercetta, primi arrivi e derivazione degli spessori, stendimenti coniugati, metodo reciproco e reciproco generalizzato, tomografia sismica. Sismica a riflessione: fase a ampiezza del segnale sismico, Common mid point, normal move out, riflessioni multiple, esempi di sezioni e interpretazione. Esplorazione down-hole. sondaggi: perforazione a percussione e rotazione, circolazione dei fluidi. Cenni di esplorazione petrolifera: variazioni del segnale sismico, analisi dei cuttings, gamma ray logs, perforazioni orizzontali elementi base di GPR: principi fisici, esecuzione dei rilievi, interpretazione dei risultati.

*Obiettivi Formativi:* conoscenza delle principali tecniche di esplorazione del sottosuolo. applicazione delle principali tecniche di esplorazione nel modo più appropriato. capacità di pianificazione dell'indagine, di raccolta, elaborazione e interpretazione dei dati.

### **B020944 – Fisica del Vulcanismo (Ripepe)**

Programma del Corso: Energia delle eruzioni vulcaniche. Mass eruption rate ed altezza del plume vulcanico. Dinamica del Plume e meccanismi di trasporto della cenere. Traiettorie balistiche e calcolo della velocità di fuoriuscita dei prodotti e del gas. Processi magmatici di condotto e parametri fisici caratterizzanti. Dinamica di flussi bifasici e meccanismi di risalita del gas nel magma. Sismologia vulcanica e modelli sorgente legati all'attività vulcanica. Il tremore sismico ed i modelli di risonanza di fluidi bifasici in condotti elastici. Deformazioni del suolo. Metodi di misura con GPS e clinometri. Modelli di deformazione di Mogi ed Okada. Pressioni acustiche prodotti dalla dinamica esplosiva. Metodi di analisi ed acustica in regime lineare. Onde di shock, numero di Mach e dinamica esplosiva. Esempi di eruzioni vulcaniche, processi di risalita ed interpretazione dei dati di monitoraggio.

Obiettivi formativi: Fornire le basi fisiche per la comprensione dei processi magmatici prima e durante una crisi eruttiva. Acquisire gli elementi fondamentali sui principali parametri fisici legati alla dinamica del magma. Conoscenza dei metodi di analisi dei dati e loro interpretazione in funzione delle possibili dinamiche eruttive.

### **B012725 - Geochimica Ambientale (Buccianti)**

*Programma:* Ruolo della geochimica ambientale nello studio e nel monitoraggio dello stato di salute degli ecosistemi. L'importanza del modello concettuale e del sistema geochimico ad esso associato. Variabilità, stazionarietà e resilienza dei sistemi naturali. Repository di dati geochimici, tipi di dati, problematiche associate al valore del limite di rilevabilità strumentale. Metodi di analisi statistica descrittiva univariata e bivariata. Modelli di probabilità per descrivere le distribuzioni di dati geochimici. Geochimica della fase acquosa e della fase gassosa. Termodinamica delle soluzioni. Modellizzazione dell'equilibrio chimico in sistemi geochimici a più fasi. Diagrammi di stabilità dei minerali, diagrammi di attività, fugacità e solubilità. Diagrammi Eh-pH. Casi studio. Analisi e discussione di problematiche ambientali orientate su base geochimica su differenti scale spaziali e temporali.

*Obiettivi Formativi:* Lo studente acquisisce competenze per un corretto trattamento dei dati geochimici, per la loro validazione dal punto di vista analitico e per impostare modelli concettuali al fine di descrivere i fenomeni analizzati in modo critico. L'obiettivo finale è valutare e quantificare il comportamento degli elementi chimici in vari contesti naturali ed antropici.

### **B020949 - Geochimica Applicata (Tassi/Venturi)**

*Programma:* Il corso è volto a fornire conoscenze teoriche e pratiche su metodologie analitiche per materiali di origine naturale ed antropogenica, in particolare per le fasi liquida e gassosa. Saranno effettuate analisi in laboratorio di campioni raccolti nel corso di escursioni in campagna volte a mostrare i metodi di prelievo. La pratica sarà implementata da teoria, per fornire indicazioni su significato ed uso del dato analitico in relazione alla sua natura ed agli scopi delle indagini geochimiche.

*Obiettivi formativi:* conoscenze teoriche sui principali metodi analitici in uso in laboratori geochimici. Acquisizione manualità pratica sull'uso di strumentazione analitica. Analisi critica del dato analitico e suo utilizzo.

### **B020948 - Geochimica Computazionale e Geostatistica (Buccianti)**

*Programma:* Problemi ambientali e necessità di conoscere i metodi di modellizzazione dei sistemi geochimici. Sistemi reali e modelli. Fluttuazioni e stabilità, processi lineari e non lineari. Software per la modellizzazione e lo studio delle distribuzioni di probabilità. Introduzione a Matlab e R. Analisi esplorativa univariata e bivariata.

Modelli deterministici e probabilistici. Elementi base di geostatistica. Modellizzazione di fenomeni regionalizzati e co-regionalizzati. Mappe per dati spaziali, problemi e prospettive. Identificazione dei valori di background, soglie, dati anomali e sorgenti per singoli elementi e composizioni. I sistemi geochimici auto-organizzati per differenti scale, la presenza di strutture frattali e multifrattali. La problematica statistica dell'analisi dei dati composizionali e la natura (geometria) dello spazio campionario.

*Obiettivi formativi:* Lo studente apprende come analizzare i dati sperimentali derivanti da una indagine geochimica al fine della modellizzazione (termodinamica e/o statistica e geostatistica) dei processi naturali alla base della variabilità numerica.

#### **B030066 - Geochimica dei Fluidi Vulcanici e Geotermici (Tassi)**

*Programma:* Dati composizionali: approccio analitico e scopi di studio. Fluidi naturali da ambiente vulcanico, idrotermale. Monitoraggio vulcanico e prospezione geotermica. Composizione fluidi da sorgenti primarie e processi secondari. Traccianti geochimici. Isotopi di gas nobili. Cenni di limnologia in relazione ai laghi vulcanici. Equilibri e disequilibri chimici in ambienti naturali. Frazionamento isotopico del Carbonio. Utilizzo dei composti organici da ambiente vulcanici e geotermico.

*Obiettivi formativi:* il principale obiettivo del corso è quello di fornire allo studente strumenti di studio del comportamento dei fluidi in ambiente vulcanico e geotermico. Ulteriore obiettivo formativo è di fornire strumenti utili all'attuazione di monitoraggio geochimico di vulcani attivi e campi geotermici in sfruttamento basato su parametri chimici ed isotopici.

#### **B030062 - Geochimica in Aree Urbane (Tassi/Venturi)**

*Programma:* Il corso è volto a fornire nozioni sui processi geochimici che si attuano in aree urbane e a densa industrializzazione. Saranno prese in esame problematiche ambientali legate alla qualità dell'aria e delle risorse idriche. Processi di trattamento rifiuti solidi: discariche e riciclo. Recupero di aree industriali dismesse. Saranno inoltre affrontati argomenti inerenti alla modellizzazione dei parametri geochimici utilizzati per questi studi.

*Obiettivi formativi:* il corso ha l'obiettivo di formare lo studente su problematiche ambientali che interessano aree antropizzate e su quali possano essere le più efficienti azioni di recupero e ripristino di ambienti contaminati.

#### **B030068 - Geocronologia e Evoluzione Planetaria (Avanzinelli/Francalanci)**

Programma del corso: Magmatismo e geodinamica. Composizione del mantello superiore in relazione alla genesi dei magmi. Genesi dei basalti in ambiente di dorsale oceanica, di subduzione, di intrapacca oceanica e continentale. Processi di differenziazione durante la risalita dei magmi. Comportamento degli elementi in traccia nei processi geologici. Sistematica dei principali sistemi isotopici utilizzati per la datazione di processi e materiali geologici. Applicazione di sistematiche isotopiche per lo studio dell'evoluzione del pianeta Terra dalla sua formazione al presente attraverso il confronto tra la composizione isotopica (isotopi a lunga vita ed estinti) di materiale terrestre e meteoritico.

*Obiettivi formativi:* Il corso ha lo scopo di fornire un quadro adeguato dei processi petrologici coinvolti nella genesi ed evoluzione del pianeta Terra attraverso la alla distribuzione degli elementi chimici. Attraverso le conoscenze acquisite lo studente apprenderà i diversi metodi geocronologici ed isotopici utilizzati per la datazione delle rocce e dei processi geologici e per definire le diverse fasi di evoluzione della Terra.

### **B016078 – Geodinamica (Bonini/Corti)**

*Programma del corso:* Il sistema Terra, La geodinamica endogena e esogena; cenni e richiami sui campi di forza fissi e variabili. Campo gravitazionale, campo magnetico, La struttura interna della Terra Flusso di calore e gradienti geotermici. Gli "strati" sismici e composizionali dell'interno della Terra: crosta, mantello e nucleo vs. litosfera, astenosfera, mesosfera, dee double-prime, nucleo interno ed esterno. Tomografia sismica. I diapiri profondi e la convezione nel mantello come motori per l'ascesa e formazione di punti caldi e dorsali medio oceaniche.

La tettonica a placche Teoria organica della tettonica a placche, Ciclo di Wilson, i punti caldi, i margini delle placche. Margini di placca divergenti Fase di divergenza intracontinentale (rifting), aperture simmetriche e asimmetriche, coalescenza di punti tripli e aulacogeni. Margini continentali passivi. L'espansione dei fondi oceanici. I dati paleomagnetici e le dorsali oceaniche. Le faglie trasformi. I margini di placca convergenti Distribuzione della sismicità nei margini convergenti attuali. Gli ipocentri nei piani di Benioff-Wadati attuali. Anomalie termiche sotto il piano di Benioff-Wadati. Le fosse (trench). I prismi d'accrescimento (accretionary wedge). Bacino di avanarco (forearc basin o trench-arc gap). Bacino di retroarco I margini di placca collisionali Le collisioni tra placche ed evoluzione orogenica ensialica. Evoluzione orogenica nelle fasi collisionali. Le avanfosse. Meccanismi di esumazione di rocce profonde, deformate e metamorfiche, nelle zone orogeniche. Le catene collisionali e cicli orogenici: il Ciclo Alpino. I margini di placca trascorrenti Attuale distribuzione dei più importanti margini trascorrenti. Le faglie trasformanti oceaniche. Vari esempi:Atlantico Centrale, Golfo di Aden, faglia di S. Andrea, Faglia del Levante, Faglia Alpina Meccanica dei terremoti. Meccanismi focali. Stress statici indotti da eventi sismici ed interazioni con faglie e sistemi magmatici. Uso di modelli numerici. Interpretazione strutturale di profili sismici a riflessione

Cenni sull'acquisizione dei dati sismici a riflessione, conversioni tempi-profondità. Ricostruzione della geologia regionale dai profili sismici a riflessione in contesti di rifting continentale, margini continentali passivi, margini collisionali, prismi di accrescimento, avanfosse.

*Obiettivi formativi:* Il corso si propone di approfondire le conoscenze sulla dinamica interna della Terra tramite una rassegna dei principali contesti deformativi e dei meccanismi che li governano.

### **B005483 - Geologia Ambientale (Moretti)**

*Programma:* Introduzione: Scopi e metodi della Geologia Ambientale; rapporti con le altre discipline. Caratteristiche ambientali. Basi culturali per la definizione e la descrizione dell'ambiente. Concetti fondamentali ed interazione con lo sviluppo sociale, culturale dell'uomo sulla terra. Cause e classificazione degli eventi geomorfologici: fattori geologici; agenti del modellamento; condizioni climatiche. Caratteristiche ambientali: fisiche; biologiche; chimiche; Geomorfologia e gestione del territorio: elementi territoriali dominanti; caratterizzazione dei processi che incidono sulla morfogenesi in connessione con l'utilizzazione del territorio da parte dell'uomo. Gestione ed uso del territorio. I corsi d'acqua: cenni di idrologia e di morfologia fluviale; le modifiche apportate dall'Uomo; cenni sui sistemi di difesa e di recupero. Le coste: cenni sulla morfologia costiera; le modifiche apportate dall'Uomo; cenni sui sistemi di difesa e di recupero. Le grandi opere ingegneristiche e le loro conseguenze sull'ambiente: le dighe; le vie di comunicazione; le bonifiche. Metodi e tecniche di analisi. I bacini idrografici: analisi geomorfica quantitativa (concetti e metodi). La cartografia tematica nella pianificazione territoriale. Carte di base: geologiche-litologiche, pedologiche, geomorfologiche, pendenza, uso del suolo, morfometriche .

Carte derivate: pericolosità geomorfologica, classi di erosione, carte della dinamica delle forme: Pericolosità geomorfologica; Concetti generali di Rischio e Pericolosità; Analisi e gestione dei rischi naturali; Pericolosità legata all'erosione del suolo; Pericolosità legata ai fenomeni franosi; Pericolosità dovuta alle inondazioni; Pericolosità sismica. Risorse naturali: loro identificazione e gestione; la risorsa acqua: acque superficiali e sotterranee (gestione e utilizzazione); le principali fonti energetiche: petrolio, carbone, etc .; crescita demografica e fabbisogno energetico. Inquinamento: tipi e modalità di inquinamento: inquinamento delle falde; inquinamento dei fiumi e dei laghi; cenni sui metodi di recupero. Discariche e smaltimento dei rifiuti.

*Obbiettivi formativi:* Conoscenze: Si tratta di un corso di approfondimento avente per oggetto una conoscenza specifica delle applicazioni sull'ambiente della Geomorfologia e della Geografia Fisica con particolare attenzione all'interazione uomo/ambiente. Competenze acquisite: Conoscenze di applicazioni e di metodi per l'analisi dell'ambiente geomorfologico e dell'interazione con le attività antropiche. Capacità acquisite al termine del corso: Capacità di interpretare ed identificare i processi morfogenetici e l'interazione con le attività antropiche. Capacità di proporre soluzioni per l'integrazione delle attività antropiche nell'ambiente geomorfologico.

### **B030070 - Geologia dei Serbatoi (Pandeli/Capezzuoli)**

*Programma:* Il Corso intende fornire le conoscenze tecnico-scientifiche per l'individuazione, la caratterizzazione e la coltivazione di fluidi nel sottosuolo (es. idrocarburi, fluidi geotermici di varia entalpia) attraverso prospezioni geologiche-geofisiche di superficie e in sotterranea. L'obiettivo finale è quello di fornire allo studente la possibilità di acquisire gli strumenti culturali, la preparazione professionale e la capacità di analisi critica necessari per l'inserimento nel mondo di compagnie ed enti pubblici e privati finalizzati a servizi di esplorazione e di gestione di campi geotermici e di idrocarburi, nonché a compagnie di servizio per esplorazione ed assistenza alle perforazioni. Saranno sviluppati i fondamenti di ricerca geotermica e di idrocarburi (convenzionali e non), con particolare attenzione alla definizione nel sottosuolo delle geometrie dei serbatoi, dei meccanismi di formazione e delle caratteristiche geologiche-petrofisiche di sistemi ad idrocarburi e fluidi geotermici (trappole, strutture e caratteristiche litologico-fisiche delle rocce serbatoio e di copertura). Verranno fornite anche le nozioni per l'interpretazione di prospezioni geologiche, idrogeologiche, geochimiche e geofisiche di superficie, tese all'individuazione di aree di interesse (con esercitazioni), localizzazione di sondaggi esplorativi e di sviluppo, tecnologie di perforazione di pozzi a varia profondità, logs geofisici in pozzo, prove di produzione.

*Obbiettivi formativi:* lo studente del corso acquisirà conoscenze specifiche nella modellistica dei campi a idrocarburi e geotermici, sui collegati aspetti economici e di sostenibilità, ma anche nell'ambito burocratico-legislativo legato a tali campi professionali (esempio impatti ambientali, VIA, preparazione di documenti e relazioni per la richiesta di Permessi di Ricerca e di coltivazione).

### **B014623 - Geologia Delle Risorse Lapidree (Coli)**

*Programma del corso:* Le risorse lapidee quale elemento base della nostra civiltà. Panorama dell'uso storico delle risorse lapidee dal mondo classico, alla civiltà occidentale. Tecniche e modalità di coltivazione storiche. Elementi conoscitivi di diritto minerario e di legislazione sull'attività estrattiva. I materiali industriali: assetto geominerario, tecniche e strategie di coltivazione. I materiali ornamentali: assetto geominerario, tecniche e strategie di coltivazione. Panoramica delle modalità attuali di

coltivazione in vari contesti geologici. Prospezione geomineraria a fini estrattivi. Il Calcestruzzo.

*Obiettivi formativi:* Acquisire una conoscenza culturale dell'uso e della valenza storica ed attuale dei materiali lapidei. Avere le basi per operare nei contesti estrattivi e della conservazione di materiale lapideo.

### **B016186 - GEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO (Coli)**

Programma del corso: Caratterizzazione geologica e geostrutturale degli ammassi rocciosi al fine della ricostruzione dell'assetto sotterraneo. Comportamento reologico-deformativo degli ammassi rocciosi in risposta a scavi in sotterraneo. Criticità geologiche e geostrutturali connesse agli scavi in sotterraneo. Aspetti di sicurezza e normativi. Cenni conoscitivi sui principali metodi di scavo e sull'effetto degli esplosivi sugli ammassi rocciosi. Analisi di alcuni casi studio.

*Obiettivi formativi:* Acquisire una conoscenza di base della reologia degli ammassi rocciosi e del loro comportamento in deformazione ed allo scavo e avere criteri di ricostruzione geologica del sottosuolo.



### **B016187 - Geologia Isotopica (Avanzinelli)**

Programma del corso: Sistematica dei principali sistemi isotopici utilizzati in petrologia e vulcanologia. Metodi di datazione delle rocce ignee. Evoluzione isotopica del Mantello terrestre. Metodi di analisi isotopica con esercitazioni. Applicazioni di sistematiche isotopiche come traccianti di processi petrologici e delle relazioni tra geodinamica, metasomatismo del mantello e genesi dei magmi. Crystal Isotope Stratigraphy e applicazioni di analisi isotopiche in situ. Traccianti isotopici per lo studio della struttura ed evoluzione nel tempo dei serbatoi magmatici e dei processi di mescolamento tra magmi. Stima dei tempi di residenza dei magmi. Esercitazioni con esempi di applicazioni a problematiche petrologiche e vulcanologiche.

Obiettivi formativi: Il corso ha lo scopo di fornire un quadro adeguato dei principali sistemi isotopici utilizzati in petrologia e vulcanologia e delle metodologie analitiche per la loro determinazione. Attraverso le conoscenze acquisite, lo studente dovrà essere in grado di utilizzare le diverse sistematiche isotopiche nello studio di processi legati alla genesi ed evoluzione dei magmi in sistemi vulcanici.

### **B030073 - Geologia Planetaria ed Esobiologia (Pratesi)**

Programma: Polvere interstellare, interplanetaria e protoplanetaria. Molecole organiche nel mezzo interstellare. Applicazione della mineralogia alla conoscenza dei processi genetici degli asteroidi e dei pianeti. Principi di classificazione delle meteoriti. Condriti carboniose; condriti ordinarie; condriti enstatitiche. Processi di metamorfismo e differenziazione. Acondriti asteroidali e planetarie. Meteoriti vestoidi, marziane e lunari. Classificazione degli asteroidi. Ingresso in atmosfera e processi di alterazione terrestre. I processi di impatto sui corpi asteroidali, planetari e sulla Terra: crateri, tectiti e impattiti. Pianeti e geologia planetaria. Analisi comparativa dei processi planetari. I vincoli astronomici per la formazione della vita e il concetto di zona abitabile circumstellare. Il ruolo dei minerali nella chimica prebiotica. Il caso di studio dei fosfuri nelle meteoriti e i processi di fosforilazione. Sintesi organiche catalizzate da minerali. Interazioni tra biomolecole e superfici di minerali. Dalla chimica prebiotica alla biochimica basata su DNA e proteine: borati e RNA. Meccanismi di biomineralizzazione. La vita in condizioni estreme. Gli scenari per l'origine della vita. Gli strumenti e i metodi dell'esplorazione planetaria.

Obiettivi formativi: acquisire conoscenze e competenze sulla formazione dei corpi asteroidali e planetari nonché sui processi che hanno portato allo sviluppo della vita.

### **B016188 - Geologia Regionale (Pandeli)**

*Programma del corso:* Rapporti sedimentazione/tettonica nei bacini sedimentari. Evoluzione stratigrafica e strutturale delle unità dell' Appennino settentrionale. Evoluzione sedimentaria e tettonica delle Alpi. Rapporti tra le Alpi e l' Appennino settentrionale. Lineamenti di stratigrafia e tettonica dell'Appennino centrale. Rapporti tra l'Appennino settentrionale e l'Appennino centrale. Lineamenti di stratigrafia e tettonica dell' Appennino meridionale. Lineamenti di stratigrafia e tettonica dell'arco calabro-peloritano. Lineamenti di stratigrafia e tettonica della Sicilia. Lineamenti di stratigrafia e tettonica del blocco Sardo-Corso. Evoluzione del Bacino Tirrenico nel quadro evolutivo del Mar Mediterraneo.

*Obiettivi formativi:* Conoscenza della geologia dell' Italia

### **B024526 - Geologia Stratigrafica (Bertini)**

*Programma:* Stratigrafia: passato, presente e prospettive future. La classificazione stratigrafica. Litostratigrafia, biostratigrafia, cronostratigrafia/geocronologia: dai

concetti di base (richiami) alle applicazioni (con attività di campagna). Gli archivi sedimentari. Le unità stratigrafiche a limiti inconformi.

Magnetostratigrafia. Stratigrafia chimica. Carote di ghiaccio e stratigrafia. Ciclostratigrafia orbitale. Stratigrafia sequenziale. Stratigrafia Applicata con attività di terreno.

Il corso fornisce elementi di conoscenza scientifica e metodologica sui principi stratigrafici utili per ricostruzioni paleogeografiche, correlazioni di eventi geologici e processi nel tempo e nello spazio. L'obiettivo è quello di fornire le basi per una corretta comprensione (a diverse scale spaziali) della successione degli eventi nella storia della Terra nonché delle rocce sedimentarie come espressione della dinamica degli ambienti. Elementi questi indispensabili per valutare in senso stratigrafico l'evoluzione della vita, la tettonica delle placche e il cambiamento climatico globale.

*Obiettivi formativi:* Alla fine del corso gli studenti dovranno essere capaci di: Integrare dati complessi per ricostruzioni stratigrafiche sintetiche, indispensabili anche nell'ambito di analisi di bacino, cartografia geologica e sfruttamento delle risorse del sottosuolo; correlare i diversi dati stratigrafici; capire le problematiche e il potenziale delle principali tecniche e metodologie in stratigrafia per future attività di ricerca o in ambito professionale.

### **B016190 - Geologia Strutturale (Sani)**

*Programma del corso:* Approfondimenti sui concetti di stress e strain. Cerchio di Mohr, Legge di Coulomb-Mohr. Deformazione omogenea ed inomogenea, Strain incrementale, finito e infinito. Comportamento reologico delle rocce. Sistemi di joints e fratture. Sistemi di faglie e tipi di faglia. Rocce di faglia. Vene.

Tettonica trascorrente, estensionale, compressiva e d'inversione: concetti base, definizioni e nomenclatura corrente. Tettonica salina. Ricostruzione della geologia regionale dai profili sismici. Neotettonica e tettonica attiva: definizione e metodologie di studio. Trattazione grafica e statistica dei dati strutturali. Deformazioni duttili delle rocce metamorfiche: pieghe, foliazioni e lineazioni. Sovrapposizione di strutture. Rapporti blastesi-deformazione. Shear zones duttili. Deformazioni interne dei corpi ignei intrusivi

*Obiettivi formativi:* Acquisire conoscenze di base di geologia strutturale.

### **B030046 – Geologia Tecnica (Intrieri)**

*Programma del Corso:* Analisi e classificazione delle terre: proprietà indici, curva granulometrica, limiti di Atterberg, sistemi di classificazione. Analisi degli sforzi e delle deformazioni, principio degli sforzi efficaci. Permeabilità, umidità del terreno e capillarità, filtrazione. Tensioni litostatiche e fattori geologici sullo stato tensionale. Prove geologico-tecniche di laboratorio. Compressibilità e consolidazione. Resistenza al taglio. Prove geologico-tecniche in situ. Prove geognostiche ed indagini sui terreni. Problematiche geologiche relative a fondazioni dirette e profonde.

*Obiettivi formativi:* Conoscere le proprietà tecniche dei terreni ed i metodi per la loro caratterizzazione in situ e in laboratorio. Apprendere gli aspetti geologico-tecnici applicativi nel campo delle opere di ingegneria sui terreni. Saper impostare programmi di indagini geognostiche sui terreni, relativamente alle suddette conoscenze, nonché per la raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati associati alle misure relative a prove in situ e laboratorio. Saper risolvere problemi applicativi nel campo della caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni in funzione delle diverse opere di ingegneria. Saper esporre le conoscenze e le esperienze acquisite.

### **B012775 - Geomorfologia Applicata (Catani)**

*Programma:* Processi geomorfologici, sommario ed esempi operativi con esercitazioni. Definizione dei parametri del rischio geomorfologico. Analisi della pericolosità e costruzione delle mappe di pericolosità per fini applicativi usando sistemi statistici e deterministici. Applicazione di strumenti GIS e di calcolo (Matlab) per la definizione di pericolosità tramite sistemi di machine learning. Sistemi di paesaggio, unità ed elementi, con esercitazioni pratiche. Dinamica dei reticoli idrografici, fondamenti generali e approfondimento sulla analisi geomorfica quantitativa e sulle sue connessioni con l'evoluzione dei versanti. Erosione del suolo. Cause, effetti, analisi e strumenti disponibili. Modelli empirici e deterministici per la previsione e la mappatura della perdita di suolo. Analisi di scenari di erosione del suolo con impiego di modelli semi-empirici e fisici. Telerilevamento radar da satellite e da terra con sistemi interferometrici e multi-interferometrici (InSAR e PS-InSAR). Monitoraggio delle deformazioni del suolo con metodi InSAR e PS-InSAR.

*Obiettivi formativi:* Al termine del corso lo studente deve aver acquisito la capacità di: analizzare un territorio per gli aspetti dei processi geomorfologici che lo condizionano tramite l'impiego delle moderne tecniche di analisi morfometrica numerica, telerilevamento, consultazione banche dati GIS e procedure statistiche e deterministiche per la previsione dei processi, costruire semplici scenari di previsione per la evoluzione di processi di versante, saper selezionare e acquisire i dati di base necessari per le analisi di processi morfogenetici a larga scala, anche con l'impiego di sistemi GIS e di Telerilevamento.

### **B015673 – Georisorse (Costagliola)**

*Programma:* Introduzione all'"ore geology", sviluppo della civiltà e giacimenti minerali. Morfologia dei principali tipi di giacimenti.

Introduzioni alle teorie minerogenetiche. Classificazione dei giacimenti minerali: diamanti e kimberliti, carbonatiti, pegmatiti, giacimenti orto magmatici, greisens, skarn, porphyry Cu, Mo etc., giacimenti stratiformi ad ossidi e solfuri, giacimenti idrotermali e strata bound; giacimenti sedimentari e residuali. Minerali industriali. Mineralizzazione nello spazio e nel tempo: tettonica a placche e giacimenti, province metallogeniche, epoche metallogeniche. Mineralizzazioni e sviluppo geologico della Terra. Recupero e riciclo. Le georisorse del futuro.

*Obiettivi formativi:* Conoscenze di base sulle materie prime minerali, geologia dei giacimenti minerali, cenni di minerogenesi

### **B016193 - Georisorse E Ambiente (Costagliola)**

*Programma:* Mobilità degli elementi, protolite ed elementi immobili. Bilanci di massa. Isocone. Argille ed ossidi di Fe: proprietà ed adsorbimento, Isotherme, Ks, Keq, scambio ionico. Complessi di sfera interna ed esterna, teoria del doppio strato. Equazione di Debye-Hueckel, coprecipitazione coefficiente di distribuzione ideale, IAP e SI. Diffusione e trasporto, coefficiente di ritardo, estrazioni sequenziali, applicazioni isotopiche a problemi ambientali. Cinetica chimica, AMD, test ABA. Cenni di legislazione ambientale. Mineralogia e geochemica dei metalli pesanti. Inclusioni fluide: classificazione, applicazioni e studio microtermometrico. Proprietà P-T-X.

*Obiettivi formativi:* Intrappolamento di elementi in tracce in matrici naturali e loro mobilità, microscopia in luce riflessa, geotermobarometria, caratteristiche delle inclusioni fluide.

### **B018827 - Geotermia (Tassi/Vaselli)**

*Programma:* Utilizzo della geotermia come risorsa rinnovabile. Metodi di prospezione per la ricerca di aree geotermiche: geologia, idrogeologia, geofisica e geochemica. Dall'esplorazione all'estrazione della risorsa geotermica. L'energia geotermica a bassa, media ed alta entalpia. Risorse rinnovabili e sostenibili per l'ambiente. Obiettivi formativi: Il corso rivolgerà la sua attenzione allo sfruttamento della risorsa geotermica per lo sviluppo delle energie rinnovabili.

*Obiettivi formativi:* i temi trattati, forniranno le informazioni necessarie per le attività di prospezioni geofisiche, idrogeologiche e geochemiche assieme ad un adeguato corredo geologico. La parte applicativa riguarderà sia gli aspetti associati alle perforazioni di pozzi in aree geotermiche sia quelli relativi agli impatti ambientali.

### **B030067 - Geotermobarometria cristallografica (Bindi)**

*Programma:* Cristallografica dei principali minerali del mantello. Geotermobarometria tramite la cristallografica di olivina e pirosseni. Applicazioni a distretti vulcanici italiani. Ruolo dei metalli alcalini nel mantello profondo: potassio nei clinopirosseni, sodio in granati majoritici, ringwoodite e bridgmanite. Pressione e grado di inversione della struttura della ringwoodite. La reazione di disproportionamento del ferro nel mantello. Parallelo tra mineralogia del mantello profondo e quella di alcune meteoriti. Ruolo di P e T nell'incorporazione di elementi minori in olivina, wadsleyite, majorite, ringwoodite, bridgmanite e fasi post-spinello. Cenni di diffrazione in alta temperatura e in alta pressione. Determinazione della P di formazione del sistema diamante-incluso tramite metodi cristallografici.

*Obiettivi formativi:* Acquisizione di conoscenze sulla cristallografica di minerali del mantello e del loro utilizzo per considerazioni geotermobarometriche. Conoscenza della mineralogia del mantello e quella di alcune meteoriti.

### **B030071 - Gestione e tutela beni e siti paleontologici (Rook)**

*Programma:* Lo stato dell'arte della normativa italiana sulla gestione e tutela dei beni paleontologici. Il quadro comparativo sulla normativa di altri paesi europei e extra-europei. L'art. 10 (comma 4, lettera a) del Codice dei Beni culturali e del paesaggio e la definizione ricomprensiva tra i Beni culturali: "le cose che interessano la paleontologia, la preistoria e le antiche civiltà". Un excursus storico della disciplina a partire da quanto stabilito dalla prima legge sui Beni culturali (la L. 1089/1939, "Legge Bottai"). Le difficoltà di applicazione "in toto" della norma al patrimonio paleontologico e i tentativi istituzionali di superare l'impostazione della Legge Bottai del 1939. Il ruolo del Nucleo tutela del patrimonio artistico e culturale dell'arma dei Carabinieri. La recente rinnovata interazione tra società scientifiche di settore (Società Paleontologica Italiana) ed il Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

*Obiettivi formativi:* Acquisizione di conoscenze sulla vigente normativa sui beni paleontologici, e sulle difficoltà di applicazione. Conoscenza del ruolo delle società scientifiche di settore, e delle figure di riferimento all'interno del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

### **B029099 - Idrogeomorfologia Carsica (Piccini)**

*Programma:* Interazione acqua/roccia: dissoluzione e corrosione. Definizione di carsismo: fattori che controllano i processi carsici. Effetti morfologici dei processi carsici, caratteri dei paesaggi carsici. Idrogeologia carsica, caratteristiche degli acquiferi in rocce carbonatiche. Studio dei sistemi carsici: struttura, morfometria e geomorfologia. Studio e monitoraggio degli acquiferi carsici. Problematiche ambientali

e di rischio idrogeologico in aree carsiche. Depositi di ambiente carsico: genesi e tecniche di studio.

*Obiettivi formativi:* Il corso si prefigge di fornire gli elementi di base per lo studio e per affrontare i problemi di carattere geo-ambientale tipici delle aree carsiche, con particolare riferimento a quelle in rocce carbonatiche.

#### **B016195 - Idrogeologia Applicata (Fanti)**

*Programma:* Prove di pozzo e di emungimento (attrezzatura tecnica, modalità di esecuzione delle opere e delle prove, prova di pozzo con gradini di portata di breve durata, prova di emungimento di lunga durata).

Metodi di interpretazione dei dati: metodi di Theis, Thiem, Dupuit, Cooper-Jacob e ambiti di applicazione. Relazioni tra parametri fisici delle rocce e quelli idraulici. Aree di salvaguardia delle opere di captazioni (pozzi e sorgenti) e metodi per la perimetrazione della aree di salvaguardia. Normative di riferimento per la pianificazione regionale in materia di acque sotterranee (Legislazione comunitaria, nazionale e regionale). Rappresentazione degli acquiferi. Ricostruzione e interpretazione della superficie piezometrica. Gli acquiferi carsici. Le sorgenti: classificazione e studio. L'inquinamento delle acque sotterranee. L'intrusione di acqua marina. Gli acquiferi della Toscana. Principi della ricerca e dello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee.

*Obiettivi formativi:* Il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze di Idrogeologia applicata allo sfruttamento degli acquiferi, con particolare riguardo agli aspetti più propriamente professionalizzanti. Al termine del corso lo studente dovrà essere in grado di: 1) applicare le leggi di circolazione dell'acqua nei mezzi porosi; 2) applicare le leggi di circolazione dell'acqua nei mezzi fratturati; 3) descrivere le fasi di realizzazione di un pozzo; 4) conoscere il quadro legislativo in materia di acque sotterranee.

#### **B018831 - Inclusioni fluide e mineralogia applicata (Rimondi/Ruggieri)**

*Programma:* richiamo dei concetti di en. libera di Gibbs, potenziale chimico, attività e fugacità, regola delle fasi in sistemi chiusi ed aperti (Korzhinsky-Thompson), reazioni di sulfidazione, indicatori e tamponi, "ore petrology" (sistemi Fe-S, Fe-Zn-S, Cu-Fe-Zn-S, Fe-As-S), riconoscimento in luce riflessa di minerali metalliferi e rapporti tessiturali, processo idrotermale (origine dei fluidi e dei metalli, movimento dei fluidi, trasporto e deposizione dei metalli ecc.), inclusioni fluide: origine, classificazione, applicazioni, principali metodi analitici (microtermometria e cenni su altre metodologie analitiche), interpretazione ed elaborazione dei dati microtermometrici: informazioni termo-barometriche e calcolo della salinità, inclusioni vetrose, caratteristiche delle inclusioni fluide e delle alterazioni idrotermali in sistemi magmatici-idrotermali (porphyry-copper, skarn), in sistemi epitermali e nei campi geotermici.

*Obiettivi formativi:* acquisizione di conoscenza su: petrologia dei solfuri e loro utilizzo come geoindicatori, riconoscimento di minerali economici e interpretazione dei rapporti di fase, inclusioni fluide e relativi metodi di analisi ed elaborazione dati per considerazioni geotermobarometriche.

#### **B020935 - Isotopi Radiogenici e Indagine Ambientale (Avanzinelli)**

*Programma del corso:* Sistematica dei principali sistemi isotopici radiogenici utilizzati in geologia ambientale (Sr, Nd, Pb, serie U). Principali metodi di datazioni per applicazioni ambientali (U-Th, 210Pb). Metodi di analisi isotopica con esercitazioni. Applicazione degli isotopi radiogenici in studi ambientali e forensi. Gli isotopi radiogenici come traccianti di provenienza per i prodotti agro-alimentari e come strumento della geologia forense. Isotopi del Pb come tracciante di inquinamento ambientale: Pb

naturale vs antropogenico. Isotopi antropogenici e inquinamento da sostanze radioattive. Esercitazioni con esempi di applicazioni a problematiche ambientali

**Obiettivi formativi:** Il corso ha lo scopo di fornire un quadro adeguato dei principali sistemi isotopici utilizzati in geologia ambientale e delle metodologie analitiche per la loro determinazione. Attraverso le conoscenze acquisite, lo studente dovrà essere in grado di utilizzare le diverse sistematiche isotopiche per valutare le relazioni tra i processi geologici, l'azione antropica e l'ambiente.

#### **B020946 - Laboratorio di Cristallografia (Bonazzi)**

*Programma:* Dalla simmetria morfologica alla simmetria strutturale. I gruppi planari e spaziali. Assenze sistematiche. Esercitazioni di individuazione della simmetria. Il reticolo reciproco e la sfera di Ewald. Esercitazione pratica nel laboratorio di diffrazione a cristallo singolo. Uso di software cristallografici per la determinazione e il raffinamento delle strutture cristalline e rappresentazioni grafiche delle strutture. Dalle strutture ideali alle strutture reali. Applicazioni della microscopia elettronica a trasmissione nello studio delle difettualità: difetti puntuali e superstrutture, dislocazioni, difetti planari. Strutture cristalline come trappole per elementi radioattivi e tossici.

*Obiettivi formativi:* Acquisizione di conoscenza di cristallografia di base, incluso l'analisi e la descrizione di strutture cristalline attraverso l'uso di software per il raffinamento strutturale, calcolo di distanze e angoli di legame e restituzione grafica. Capacità di consultare e comprendere la letteratura cristallografica di base. Approccio cristallografico per lo studio del comportamento dei minerali formatori delle rocce.

#### **B030048 – Laboratorio di Geologia Tecnica (Gigli)**

*Programma del corso:* Spinta delle terre e problematiche geologico tecniche relative alle diverse tipologie di strutture di sostegno. Stabilità dei pendii: analisi geologico-tecnica delle condizioni di innesco e della fase di propagazione (runout) dei fenomeni franosi. Principi di metodi di modellazione numerica del continuo e discontinuo per l'analisi dello stato tenso-deformativo dei terreni. Sensori per il monitoraggio geotecnico. Esercitazioni in laboratorio di geologia tecnica e geomeccanica e in aula informatica. Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (NTC-2018).

*Obiettivi formativi:* saper individuare i parametri geologico-tecnici significativi per la progettazione di opere sui terreni: fondazioni, strutture di sostegno, pendii, scavi di superficie. Saper interpretare correttamente i risultati di prove geognostiche in situ e in laboratorio. Saper operare in un laboratorio geotecnico e sul terreno. Conoscenza dei principali metodi e software per l'analisi dei problemi geologico tecnici che interessano i terreni.

#### **B026156 - Laboratorio Gis E Telerilevamento (Catani)**

*Programma:* Introduzione ai dati geografici, prima legge della geografia, autocorrelazione dei dati geografici e basi di geostatistica.

Proiezioni cartografiche e sistemi di coordinate, il sistema Proj.4.

Definizione e componenti di un sistema informativo geografico (GIS). Tipologie di dati, dati vettoriali, dati raster, dati descrittivi, tipi di database geografici. Analisi funzionale di un GIS, analisi concettuale e progettazione di un sistema informativo con contenuti di interesse geologico. Principi base di elaborazione dati geografici con esercitazioni pratiche su software ArcGIS (ESRI).

Introduzione al telerilevamento, tipi di sensori e satelliti. Fisica del telerilevamento, leggi fondamentali, spettro elettromagnetico, concetto di banda spettrale e firma spettrale, sensori attivi e passivi. Esempi di dati telerilevati e loro utilizzo.

Risoluzione spaziale, radiometrica, spettrale e temporale dei dati TR. Analisi dei dati TR. Correzioni geometriche, radiometriche e calibrazione dei dati. Analisi dei dati ottici Landsat 7 e 8 e Sentinel-2. Indici radiometrici per vegetazione, acqua e tipi di rocce. Classificazione delle immagini telerilevate con metodi supervisionati e non supervisionati. Introduzione alle immagini radar, SAR, interferometria radar, multi-interferometria e impiego nel monitoraggio del territorio e nella prevenzione delle catastrofi naturali.

*Obiettivi formativi:* Il corso fornisce le basi per rendere lo studente indipendente nella comprensione, progettazione ed impiego di analisi territoriali che fanno uso di dati geografici sia GIS che telerilevati ai fini delle principali attività del geologo e del geologo applicato.

### **B020951 - Laboratorio Di Idrogeologia Applicata (Fanti)**

*Programma:* Parte A: Richiami sui regimi permanenti e vario. Pozzo in acquifero confinato in regime vario. Formula di Theis. Approssimazione logaritmica di Jacob. Acquiferi semiconfinati. Formula di Hantush. Regimi di pompaggio. Grafici s/t. Grafici semilog e bilog s/t. Casi di acquifero libero, semiconfinato e confinato. Recovery test. Formula di Theis per acquiferi confinati: soluzione grafica di Theis e soluzione di Cooper-Jacob. Soluzione di Walton e di Neuman per acquiferi semiconfinati e liberi. Prove su pozzo singolo. Prove a gradini: metodi di interpretazione. Perdite di carico. Determinazione della trasmissività da prove su pozzo singolo. Formule di Batu. Slug test: metodo di Cooper et al., metodo di Bouwer-Rice. Principio di sovrapposizione. Teoria delle immagini. Legge dei tempi. Dewatering. Parte B: Modellazione idrogeologica. Pianificazione e concettualizzazione. Progetto e costruzione del modello, calibrazione. Realizzazione di un modello idrogeologico su caso di studio reale: dalla costruzione alla discussione dei risultati (attività didattica per progetti). Metodi strumentali per la caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo. Metodi geoelettrici, tomografie 2D e 3D. Realizzazione di misure in situ. Presentazione e discussione dei risultati (attività didattica per progetti). Altre informazioni saranno fornite nel corso di Idrogeologia Applicata del quale si raccomanda la frequenza.

*Obiettivi formativi:* Obiettivo del corso è comprendere l'uso dei metodi di modellazione idrogeologica e le potenzialità di tecniche strumentali in situ.

### **B020931 - Laboratorio Di Vulcanologia (Cioni/Francalanci)**

*Programma del corso:* Introduzione alla molteplicità metodologica per l'indagine del processo vulcanico in laboratorio e sul terreno.

Caratterizzazione micro-tessiturale al microscopio ottico ed elettronico dei prodotti e depositi vulcanici. Crystal e Vesicle size distribution (CSD- VSD) di prodotti vulcanici; metodi di misura e tramite analisi di immagine. Esempi di applicazione a varie tipologie eruttive. Il ruolo e riconoscimento dei processi magmatici pre-eruttivi: esempi e relativa interpretazione di serie evolutive attraverso dati petrografici e chimici dei prodotti vulcanici, significato delle zonature tessiturali e composizionali dei minerali. Stima del contenuto in volatili dei magmi attraverso analisi dei vetri vulcanici (nelle masse di fondo e in inclusioni vetrose).

Metodi di analisi di depositi piroclastici. Costruzione di mappe tematiche (isopache, isoplete, carte di facies) dei depositi. Stima di parametri fisici di eruzioni esplosive (densità, volumi, altezza colonna, velocità di uscita, granulometria totale). Studio in microscopia elettronica dei caratteri morfologici delle ceneri vulcaniche, con particolare riferimento agli stili eruttivi e di frammentazione.

*Obiettivi formativi:* Conoscenze acquisite: Metodi multidisciplinari di studio, in laboratorio e sul terreno, per l'indagine del processo vulcanico. Competenze acquisite:

Riconoscimento del ruolo dei processi pre- e sin-eruttivi, registrati nelle caratteristiche macro- e microscopiche di prodotti e depositi vulcanici, sulla dinamica eruttiva. Capacità acquisite al termine del corso: Raccolta, elaborazione ed interpretazione di dati tessiturali, composizionali, e di terreno relativi a problematiche vulcanologiche

#### **B020939 - Legislazione Ambientale E Di Protezione Civile (Galanti/Segoni)**

*Programma:* Ordinamento della Repubblica - Fonti del diritto - Processo legislativo e iter legis - Organi cartografici e reperimento di dati di natura geologica ed ambientale - Il sistema nazionale a rete per la protezione ambientale - Danno ambientale e delitti ambientali – Bonifiche – Difesa del suolo e rischio idrogeologico – Urbanistica ed edilizia – Consumo di suolo – Risorse idriche – miniere e terre e rocce da scavo – procedure di valutazione ambientale. --- Inquadramento della norma di riferimento del "Servizio nazionale di protezione civile" – Approfondimento delle metodologie di pianificazione di protezione civile in particolare del piano comunale di protezione civile. Analisi dettagliata della struttura del piano comunale di protezione civile. Responsabilità nell'ambito della PPAA sia per le decisioni politiche che per l'azione tecnico/amministrativa. Impostazione dei programmi comunali per l'informazione della popolazione che vive in aree a rischio e per l'organizzazione delle attività addestrative. Concetto di rischio accettabile, sussidiarietà e resilienza. Analisi delle definizioni di pericolosità, vulnerabilità, esposizione e rischio. Valutazioni delle realizzazioni nel territorio degli scenari di rischio.

*Obiettivi formativi:* Conoscenza basilare della struttura dello Stato e dell'ordinamento legislativo Italiano. Conoscenza delle norme principali in materia di legislazione ambientale, geologica e di Protezione Civile.

#### **B018830 - Metodi Di Analisi Mineralogica (Bonazzi/Di Benedetto)**

*Programma:* Separazione dei minerali, preparazione dei campioni per le indagini strumentali.

Microscopia elettronica; principi generali; microscopio SEM; descrizione dello strumento; immagini ad elettroni secondari; immagini a elettroni retrodiffusi; immagini a raggi X; EDS; microanalisi semiquantitativa; esempi di indagini; FEG; ESEM; EBSD. Microsonda elettronica; WDS; microanalisi quantitativa; correzioni ZAF; mappe di distribuzione X; accuratezza, precisione, limite di rilevabilità; Microsonda ionica; principi generali; descrizione dello strumento; vantaggi ed esempi di applicazione. Esempi di calcolo della stechiometria di un minerale. Richiamo alla teoria della diffrazione: Equazione di Bragg; sfera di Ewald; reticolo reciproco. Microscopio TEM; principi generali; immagini in campo chiaro; immagini in campo scuro; diffrazione elettronica; applicazioni in mineralogia: difetti di punto, di linea, planari; politipismo e polisomatismo; minerali metamittici; formazione di superstrutture. Spettrometria XRF; descrizione dello strumento; preparazione dei campioni; analisi EDS e WDS; metodi per l'analisi quantitativa. Spettroscopia IR; principi generali; descrizione dello strumento; preparazione dei campioni; metodi per l'analisi qualitativa e quantitativa; applicazioni in mineralogia ed in scienze della terra. Introduzione alla luce di sincrotrone; funzionamento e struttura delle facilities; applicazioni alle Scienze della Terra (tecniche di diffrazione, assorbimento e tomografia ai raggi X); spettroscopia XAS; principi (sommari); le regioni EXAFS e XANES; esempi di applicazioni in mineralogia.

*Obiettivi formativi:* Acquisizione di una competenza multidisciplinare nella caratterizzazione strumentale fisica, chimica e fisico-chimica dei minerali. Conoscenza a livello basilare delle principali metodiche di indagine spettroscopica dei minerali.

### **B030064 - Metodi Di Analisi Petrografica (Tommasini/Di Benedetto)**

*Programma del corso:* Il corso è in stretta continuità con quelli di Mineralogia con laboratorio e Petrografia con laboratorio, ed è strutturato per fornire allo studente una integrazione delle conoscenze fondamentali che deve acquisire un geologo in merito ai geomateriali (minerali e rocce). Il riconoscimento di minerali e rocce nonché i metodi di analisi dei geomateriali rappresentano infatti milestone essenziali del background culturale e scientifico di un geologo sia che si dedichi alla libera professione piuttosto che alla ricerca in ambito accademico.

Gli argomenti trattati riguardano i metodi analitici di base per le analisi mineralogiche e petrografiche nonché un approfondimento dello studio di rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie in sezione sottile attraverso il microscopio petrografico. Il corso si sviluppa attraverso un'attività frontale contenuta, atta ad una verifica degli strumenti tecnici per l'analisi microscopica acquisiti nei summenzionati corsi, precedentemente frequentati, e da un'ampia attività pratica assistita, operata direttamente dallo studente, volta al riconoscimento dei principali minerali costituenti le rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie e la loro classificazione in sezione sottile con eventuale confronto con i relativi campioni a mano.

*Obiettivi formativi:* L'obiettivo formativo è quello di rendere lo studente autonomo e in grado di effettuare una corretta classificazione scientifica dei geomateriali più comuni (rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie) attraverso analisi di sezioni sottili di rocce al microscopio petrografico. Lo studente verrà reso autonomo nelle principali metodiche strumentali di analisi di composizione mineralogica (diffrazione di raggi X) e di composizione microchimica (Microscopia Elettronica, microanalisi EDS). Verranno inoltre sviluppati esempi di indagini comparata impiegando le differenti metodiche, per poter analizzare criticamente i risultati di ciascuna tecnica.

### **B020936 - Mineralogia Ambientale (Di Benedetto)**

*Programma:* Introduzione al materiale aerodisperso. Definizioni, aspetti medici, aspetti legislativi. Metodi di campionamento, tecniche di indagine. Metodi statistici (cenni). Rischi per la salute da specie minerali (1): amianto e minerali asbestiformi. Revisione sistematica amianti. Metodi di indagine. Interazione con l'uomo. Rischi per la salute da specie minerali (2): silice. Revisione sistematica minerali del gruppo silice. Metodi di indagine. Interazione con l'uomo. Rischi per la salute da specie minerali (3): particolato urbano. Metodi di indagine. Interazione con l'uomo. Nanominerali. Definizioni e rischi associati all'esposizione. Esaurimento delle georisorse. Impatto sociale e ambientale delle georisorse. Aspetti termodinamici. Il picco di una risorsa mineraria. Il problema energetico. I minerali come risorse: applicazioni tecnologiche di un minerale. Minerali ed energia: tecnologia a film sottile. Richiami alla sistematica dei solfuri – film a calcopirite, film a kesterite. Minerali ed ambiente. Problematiche mineralogiche relative al confinamento geologico dei rifiuti radioattivi Minerali e salute. Zeoliti: *aspetti sanitari e ambientali. Richiami alla sistematica delle zeoliti. Applicazioni tecnologiche al drug delivery.*

*Obiettivi formativi:* Il corso rivolgerà la sua attenzione alla conoscenza dei rischi ambientali e sanitari dell'esposizione a particolato minerale ed alla comprensione delle potenzialità dei minerali come risorse per uno sviluppo sostenibile della società. I temi trattati saranno di interesse nella gestione ambientale del territorio

### **B018823 - Modelli Di Associazioni Strutturali (Del Ventisette/Montanari)**

*Programma del corso:* Reologia e meccanica delle rocce – Comportamento fragile e duttile, tipologie di curve stress-strain per materiali duttili, comportamento reologico delle principali tipologie di rocce. Struttura interna della Terra – Litosfera, crosta

continentale e profili di resistenza in vari contesti tettonici. Modellizzazione analogica sperimentale – Apparati di deformazione, tipologie di materiali analogici, condizioni di similarità, concetto e procedura di scaling. Processi di estensione continentale – Stili di estensione della litosfera continentale: rift larghi e stretti. Sistemi di rift valley e confronto con la rift valley africana, con particolare riguardo al settore Etiopico. Estensione a scala crostale e della copertura sedimentaria. Pattern deformativi tettono-sedimentari. Influenza dell'eredità tettonica sugli stili deformativi. Confronto con modelli analogici e linee sismiche.

*Obiettivi formativi:* Il corso si propone di fornire un quadro approfondito dei principali sistemi di associazioni strutturali attraverso un'integrazione e confronto tra modelli sperimentali analogici, casi naturali e linee sismiche. Verranno fornite cognizioni di base sulla deformazione delle rocce, modellizzazione analogica e la geologia e stili strutturali relativi ai principali contesti tettonici.

### **B030072 - Paleobiologia ambientale (Danise)**

Programma del corso: Il corso è dedicato allo studio dei macro-invertebrati marini a guscio mineralizzato e al loro utilizzo per ricostruire la risposta ecologica ed evolutiva degli ecosistemi a cambiamenti climatico-ambientali. Una parte del corso sarà dedicata all'analisi di associazioni pleistoceniche (2.5-0.01 milioni di anni) e oloceniche (ultimi 10.000 anni), e al loro confronto con le associazioni attuali, in modo da ricostruire lo stato degli ecosistemi pre-impatto antropico, e definire linee guida per la loro conservazione. Lo studio del record fossile di periodi più antichi (> di 2.5 milioni di anni) può invece informare sulla risposta a cambiamenti climatico-ambientali di carattere evolutivo, e offrire scenari climatici non attualistici, ma possibili per il prossimo futuro. Temi trattati saranno: Tafonomia di resti conchigliari e confronto life-death assemblages. Composizione tassonomica e struttura ecologica delle comunità. Stima della biodiversità. Resilienza ai cambiamenti climatico-ambientali e stabilità prolungata degli ecosistemi. Turnover e regime shift. Misura delle interazioni biotiche tra specie. Studi sulla stagionalità (sclerocronologia). Registro paleontologico delle invasioni biologiche.

*Obiettivi formativi:* Obiettivo del corso è fornire allo studente metodi per utilizzare il record fossile dei macro-invertebrati marini come strumento per comprendere la risposta potenziale delle specie ai cambiamenti climatici attuali e futuri; identificare le principali cause di stress ambientale e le specie più vulnerabili all'estinzione; identificare fattori che promuovano la resilienza e la conservazione degli ecosistemi.

### **B18824 - Paleoceanografia (Monechi)**

Programma del corso: Atmosfera e Oceani. Composizione, proprietà e comportamento dell'acqua marina. Gli oceani. La circolazione oceanica. Ricerche oceanografiche e strumentazioni. Il fitoplancton e la produttività primaria. Raccolta, tecniche di preparazione e analisi di campioni. Fitoplancton calcareo. Applicazioni in biostratigrafia e loro utilizzo in paleoceanografia. Traccianti geochimici, biologici e biomarker come proxy paleoclimatici e paleoceanografici. Principali variazioni climatiche del Paleogene. *Obiettivi formativi:* Integrare dati complessi per ricostruire la storia degli oceani e interpretare la documentazione delle successioni marine. Capire le problematiche e il potenziale dei principali proxy paleoceanografici. Capacità di eseguire un campionamento, di preparare smear-slides, di riconoscere e utilizzare il fitoplancton calcareo in biostratigrafiche e ricostruzioni paleo-ambientali e paleoceanografiche.

### **B012765 - Paleoclimatologia (Bertini)**

*Programma del corso:* Il clima ed il cambiamento climatico. Archivi climatici e dati vicarianti. I dati ed i modelli climatici. Il cambiamento climatico alla scala della tettonica. Climi da "Greenhouse" a "Icehouse". Cambiamento climatico alla scala orbitale. Oscillazioni millenarie del clima. Il clima del Quaternario. Clima e vulcani. Cambiamento climatico storico e futuro. L'Antropocene.

Clima e sostenibilità.

*Obiettivi formativi:* Il corso fornisce elementi di conoscenza scientifica e metodologica su cause, modalità e tempi delle variazioni climatiche naturali sulla Terra attraverso lo studio del record geologico (archivi naturali), in riferimento ai cambiamenti climatici futuri e alla loro influenza sull'ambiente. Alla fine del corso gli studenti dovranno essere capaci di: integrare dati complessi per ricostruzioni paleoclimatiche e paleoambientali sintetiche. Correlare i diversi dati biologici e fisico-chimici. Capire le problematiche e il potenziale delle principali tecniche usate in paleoclimatologia per future applicazioni in ambito scientifico e professionale.

### **B014432 – Pedologia (Carnicelli)**

*Programma del corso:* La natura e i caratteri del suolo; la sua posizione nella crosta terrestre e le sue funzioni. L'architettura del suolo: granulometria e tessitura, struttura, porosità. Rapporti suolo-acqua, ritenzione idrica, moto dell'acqua nel suolo. L'alterazione chimica, i proton donors, la solubilità dei cationi in acqua. I minerali di neoformazione: SROMs, argille, ossidi di ferro. Adsorbimento e scambio ionico. Gli orizzonti del suolo. Pedogenesi e geografia del suolo; fattori della pedogenesi. Trattazione dei principali tipi di suolo, ordinati rispetto al fattore tempo. Concetti di stratigrafia applicati al suolo, paleosuoli, datazione dei suoli.

*Obiettivi formativi:* Capacità di riconoscere il suolo nelle indagini geologiche e di utilizzarlo come parte degli archivi geologici.

Capacità di individuare le relazioni tra suolo e rischi idrogeologici e ambientali

### **B014433 - Petrografia Applicata (Conticelli)**

Il corso illustra le principali caratteristiche petrografiche e petrofisiche delle rocce utilizzate come: lapidei in edilizia, aggregati da costruzione e per sottofondi viari, e come materie prime per produzione di leganti, laterizi, ceramiche e vetri. Verranno, inoltre, trattate tematiche professionali riguardanti la prospezione e la definizione dei giacimenti di lapidei, il loro degrado una volta in opera e le principali tecniche di recupero e ripristino.

Nel dettaglio il corso fornirà una breve introduzione alle caratteristiche e classificazione dei materiali naturali (minerali e rocce) sia scientifica che commerciale e normata secondo i criteri della Commissione Europea (CEN), oltre a fornire i richiami di base utili alla comprensione degli equilibri di fase attraverso diagrammi binari e ternari, i principali materiali di sinterizzazione utilizzati nell'edilizia moderna (e.g., laterizi, ceramiche, refrattari, leganti, calcestruzzi), e le caratteristiche mineralogiche e cristallografiche dei minerali argillosi rilevanti per la caratterizzazione delle materie prime di utilizzo industriale che della caratterizzazione dei terreni nella progettazione edilizia e viaria.

### **B030061 – Petrografia dei Materiali Lapidei (Conticelli/Natali)**

Il corso illustra le principali caratteristiche petrografiche e petrochimiche delle rocce utilizzate come materiali lapidei ornamentali nei manufatti e in vetri, ceramiche e pigmenti di valore archeologico, artistico e architettonico. Verranno illustrati: i principali metodi di studio per la validazione dal punto di vista archeometrico, e per la

definizione delle zone di provenienza, oltre a definire i principali motivi del degrado fisico-chimico delle opere e le principali tecniche di recupero e ripristino.

Nel dettaglio verranno fornite: 1) una breve introduzione alle caratteristiche e classificazione dei materiali lapidei ornamentali, e delle materie prime utilizzate per la sinterizzazione di ceramiche e vetri; 2) i richiami utili per la definizione e comprensione degli equilibri di fase e dei meccanismi di sinterizzazione, attraverso diagrammi binari e ternari, di vetri e ceramiche antichi e moderni; 3) i metodi di studio petrografico, geochimico e isotopico dei materiali lapidei e dei prodotti da essi derivati di interesse archeologico, storico, artistico e architettonico, di utilità nelle attività di prevenzione, recupero e valorizzazione dei beni culturali.

#### **B030065 – Petrografia e analisi ambientale (Natali)**

Programma del corso: Trasformazioni chimiche e mineralogiche che concorrono nei processi di weathering. Relazioni esistenti fra i processi di weathering delle rocce e il chimismo dei suoli e delle acque naturali. Concetto di tenore di fondo, anomalie geochimiche naturali (geogeniche) e anomalie di origine antropica. Identificazione della provenienza dei sedimenti alluvionali sulla base della presenza di minerali caratterizzanti le rocce madri del bacino di alimentazione e degli associati trend geochimici. Studio dei fattori che vincolano la mobilità delle specie chimiche nella pedosfera e nell'idrosfera. Variazione dei traccianti geochimici in relazione alla petrografia e alla mineralogia in vari contesti geologici (es. nello studio di sedimenti/suoli e nello studio di acque superficiali e sotterranee).

#### **B012787 – Petrologia (Francalanci)**

Programma del corso: Classificazione delle rocce ignee e caratteristiche delle serie magmatiche. Processi di genesi ed evoluzione dei magmi. La geochimica degli elementi in tracce nella petrologia ignea anche in relazione alla trattazione quantitativa dei processi magmatici pre-eruttivi. La geochimica isotopica in magmatologia (isotopi dello stronzio e neodimio). Petrologia sperimentale. Composizione del Mantello superiore e relativi metodi di indagine. Il ruolo dei fluidi nella genesi e differenziazione dei magmi. Relazioni fra petrologia dei magmi e ambiente geodinamico: genesi dei basalti negli ambienti tettonici di dorsale oceanica, di arco e margine continentale attivo, di intraplacca oceanica, plateau e rift continentale. Kimberliti e carbonatiti.

Obiettivi formativi: Il corso ha lo scopo di fornire un quadro completo dei diversi tipi di rocce ignee sulla Terra e sulla loro genesi, anche in relazione all'ambiente geodinamico. Le principali capacità acquisite al termine del corso saranno l'apprendimento di metodi qualitativi e quantitativi di indagine petrologica del processo magmatico, dai meccanismi di differenziazione Crosta-Mantello ai comportamenti pre-eruttivi dei vulcani attivi.

#### **B026157 - Rilevamento Geologico Tecnico (Gigli)**

*Programma:* Proprietà tecniche della roccia intatta. Proiezione stereografica. Rilevamento geologico-tecnico delle discontinuità. Proprietà geomeccaniche delle discontinuità. Ammassi rocciosi. Stato tensionale in situ. Permeabilità e circolazione idrica. Aspetti geologici connessi con le tecnologie di scavo, rinforzo e supporto in roccia. Applicazioni delle classificazioni geomeccaniche. Stabilità dei pendii in roccia. Gallerie e scavi in sotterraneo e problemi geologici connessi. Analisi cinematica della stabilità di blocchi.

Conoscenze acquisite: Proprietà geomeccaniche degli ammassi rocciosi e metodi per la loro caratterizzazione in situ ed in laboratorio. Aspetti geologico-tecnici applicativi nel campo delle opere di scavo in roccia e dei problemi di instabilità in ammassi rocciosi.

*Obiettivi formativi:* Competenze acquisite: Saper effettuare un rilievo geomeccanico di ammassi rocciosi finalizzato ad una caratterizzazione quantitativa delle proprietà geomeccaniche degli stessi per la analisi di fenomeni di instabilità, nonché per la progettazione di opere che riguardano gli ammassi rocciosi: pendii, scavi di superficie e in sotterraneo, opere di rinforzo e supporto. Capacità acquisite: Risolvere problemi applicativi nel campo della caratterizzazione geologico-tecnica delle rocce in funzione delle diverse opere di ingegneria. Interpretare correttamente i risultati di prove geognostiche in situ e in laboratorio. Esporre oralmente e in forma scritta conoscenze ed esperienze acquisite. Lavorare in gruppo.

#### **B020945 - Rischio Sismico (Lacanna)**

*Programma:* Rischio sismico in Italia e nel mondo. Definizione di Pericolosità: determinazione dei parametri ipocentrali, energia e magnitudo, proprietà statistica dei terremoti (Legge di Gutenberg – Richter). Valutazione della pericolosità sismica con approccio deterministico. Valutazione probabilistica della pericolosità sismica (PHSA): legge di Poisson, calcolo curva di probabilità, legge di attenuazione, zonazione sismica in Italia 2004, storia della legislazione sismica in Italia della pericolosità sismica fino a quella attuale. Risposta Sismica locale: Analisi delle proprietà dinamica dei terreni, propagazione delle onde sismiche, analisi lineare equivalente per il calcolo della funzione di trasferimento di sito, calcolo del moto in superficie e spettro di risposta elastico. Microzonazione sismica strumentale: procedure di elaborazione di dati sismici per il calcolo del rapporto spettrale H/V per la stima della funzione di trasferimento di sito e confronto con quello numerica. Esercitazione pratica per il calcolo teorico e sperimentale della risposta sismica locale. Normativa Tecnica delle Costruzioni 2018 – Azione Sismica – Stati limite e relative probabilità di superamento, categorie di sottosuolo e condizioni topografiche, valutazione dell'azione sismica.

*Obiettivi formativi:* Fornire competenze teoriche e tecniche per studi di Pericolosità e Microzonazione Sismica,

#### **B018829 - Rischio Vulcanico (Cioni/Vaselli)**

*Programma del corso:* Il corso è indirizzato ad evidenziare gli aspetti più importanti del rischio vulcanico mediante l'analisi dei vari pericoli derivanti dall'attività vulcanica. Particolare rilievo sarà dato alla gestione del rischio vulcanico e alla costruzione di mappe di pericolosità e di rischio. Importanza sarà data anche agli aspetti di vulcanologia ambientale. Analisi dei vari pericoli derivanti dall'attività vulcanica. Gestione del rischio vulcanico e metodi di valutazione e rappresentazione della pericolosità vulcanica. Vulcanologia ambientale. Sistemi di monitoraggio geochimico e geofisico dei vulcani attivi e dell'attività vulcanica in generale. Crisi vulcaniche: casi di studio. I vulcani attivi italiani e pericolosità correlata. Reti di monitoraggio geochimico e geofisico. Formulazione di modelli concettuali di circolazione dei fluidi e ai fini della sorveglianza vulcanica.

*Obiettivi formativi:* Utilizzo dei parametri geochimici e geofisici nell'ambito della sorveglianza vulcanica. Trattamento ed interpretazione di dati geochimici in ambiente vulcanico. Interpretazione di Segnali geofisici pre- e sin-eruttivi. Effetti secondari derivanti da eventi vulcanici. Mappe di pericolosità vulcanica e scenari eruttivi. Utilizzo di sistemi di valutazione probabilistica e Alberi degli eventi. Esempi di crisi vulcaniche. Vulcanologia ambientale

#### **B018832 - Sismologia Applicata (Marchetti)**

*Programma del corso:* Teoria dell'elasticità: sforzo, deformazione, moduli elastici, velocità delle onde sismiche, principio di Huygens, legge di Snell. Conversione

analogico/ digitale, passo di campionamento, frequenza di Nyquist, quantizzazione, decibels. Filtraggio Analisi di serie temporali: Filtraggio; cross-correlazione; convoluzione; analisi di Fourier; teorema della convoluzione discreta. Rifrazione sismica: dromocrona per strato singolo piano e parallelo, distanza critica, dromocrona per due strati piani e paralleli, tempo reciproco, dromocrona per discontinuità inclinata, variazione laterale di velocità, strato nascosto, low velocity layer, topografia sepolta, metodo del delay time, datum. Riflessione sismica: dromocrona in riflessione da uno strato piano e parallelo, dromocrona in riflessione da uno strato piano ed inclinato, metodo di Green, metodo di Dix, normal-move-out, dip-move-out, common depth point. Downhole/crosshole. Analisi di dispersione delle onde superficiali. Microzonazioni sismiche: Metodo HVSR, metodo SSR.  
*Obiettivi formativi:* Fornire allo studente le conoscenze di base relative alle più comuni tecniche di sismica attiva e passiva per esplorazione geofisica del sottosuolo.

### **B006280 – Sedimentologia (Benvenuti)**

*Programma del corso:* Breve storia della Sedimentologia e richiamo sui principali tipi di rocce sedimentarie; caratteri dei sedimenti, classificazione delle rocce sedimentarie; meccanismi di trasporto e deposizione di sedimenti clastici, principali strutture sedimentarie; applicazioni della Sedimentologia nella Geologia del Sedimentario; facies sedimentarie ed analisi di facies; Concetti fondamentali di Stratigrafia Sequenziale con applicazioni alla scala dell'affioramento.

*Obiettivi formativi:* Corretta descrizione delle tessiture e strutture delle rocce sedimentarie, interpretazione dei principali processi di trasporto e deposizione, interpretazione delle dinamiche dei diversi ambienti deposizionali nello sviluppo delle successioni sedimentarie.

### **B030069 - Sostenibilità e crisi biologiche (Rook)**

*Programma:* Le cinque grandi estinzioni di massa del Fanerozoico, ipotesi sulle cause (tettonica a placche e vulcanesimo, paleogeografia e clima, acidificazione degli oceani e ipercapnia, fattori extraterrestri) e conseguenze sulla biodiversità. La sesta estinzione di massa: evidenze paleontologiche, paleoantropologiche e paleontologiche dell'impatto antropico (estinzione della megafauna quaternaria, rivoluzione neolitica), rivoluzione industriale e cambiamento ambientale globale, sovrasfruttamento delle risorse alimentari naturali, biogeografia delle "isole" e crisi di biodiversità. Gli scenari futuri. Analisi dell'impronta ecologica. Progettazione di un'economia sostenibile: Agenda 2030.

*Obiettivi formativi:* Acquisizione di conoscenze su dinamica e modalità con cui la biodiversità è variata nel tempo geologico ecosistemi. Capacità di analizzare la documentazione fossile con uno sguardo sull'impronta lasciata dall'impatto antropico. Capacità di ipotizzare possibili scenari futuri di andamento della biodiversità.

### **B018828 - Stratigrafia Delle Rocce Vulcaniche (Francalanci)**

*Programma del corso:* Forme e strutture dei sistemi vulcanici – Analisi di facies nei terreni vulcanici – Caratteristiche giaciturelle delle colate laviche - Frammenti e depositi piroclastici: componenti, strutture e tessiture. Depositi da caduta (fallout) subaerei e sottomarini: distribuzione areale, spessore, volumi, strutture e parametri dimensionali – Deposizione e trasporto di flussi (pyroclastic density current) e surge (dilute pyroclastic density current) piroclastici. Caratteristiche dei depositi da flusso di eruzioni magmatiche e idromagmatiche: depositi di block and ash flow, ignimbriti, depositi di base-surge, ground-surge e ash-cloud surge – Caratteristiche deposizionali e giaciturelle dei depositi di Lahar e Debris Avalanche – Problematiche stratigrafiche delle rocce

piroclastiche – Tefrocronologia – Alcuni esempi relativi alla stratigrafia di aree vulcaniche.

*Obiettivi formativi:* Caratteristiche morfologiche, geologiche e geochimico/petrologiche dei sistemi vulcanici sulla Terra. Come agiscono i vulcani durante i processi esplosivi ed effusivi. Competenze acquisite: Riconoscimento dei depositi vulcanici e rocce ignee in campagna. Rilevamento di rocce in aree vulcaniche. Definizione della pericolosità di un vulcano attraverso metodi geologici. Capacità acquisite al termine del corso: definizione di metodi geologico-stratigrafici per la sorveglianza vulcanica.

#### **B030074 - Tettonica Quaternaria (Sani/Del Ventisette)**

*Programma del corso:* Caratteristiche generali dei terremoti. Tettonica attiva, faglie attive, sismogeniche e capaci. Criteri di individuazione delle attive in differenti contesti tettonici. Concetti di morfotettonica. Paleosismologia e trincee. Valutazione di effetti di paleo terremoti nelle successioni sedimentarie. Analisi quantitativa dei sistemi di faglie attive; cronologia della deformazione; valutazione di slip e strain rates. Relazione tra spostamenti e lunghezza delle faglie. Rapporti e relazioni con la sismicità e con la magnitudo attesa, Uso di cartografie di dettaglio, DEM, foto aeree, immagini satellitari e radar, SRTM e LIDAR. Dati geodetici (GPS, livellazioni, DInSAR, PSInSAR). Utilizzo dei database disponibili per la sismicità storica e strumentale e delle faglie attive.

*Obiettivi formativi:* Il corso si propone di fornire le competenze necessarie per l'individuazione e lo studio di strutture tettoniche in aree sismicamente attive, attraverso le più aggiornate tecniche di indagine di geologia strutturale, morfotettonica e tramite l'uso di tecnologia satellitare. Tali conoscenze sono finalizzate alla valutazione del rischio e pericolosità sismica e sono pertanto spendibili oltre che in enti di ricerca, anche negli enti locali preposti a tali analisi.

#### **B018822 – Vulcanologia (Cioni)**

*Programma del corso:* Il magma: proprietà fisiche e reologiche. Densità. Viscosità: fluidi Newtoniani e di Bingham. Yield strength. Parametri che controllano la viscosità; composizione chimica del fuso, contenuto in cristalli, ruolo dei volatili, temperatura e pressione. Dati sperimentali. Solubilità dei gas nei magmi. Dati sperimentali. Meccanismi di soluzione e rilascio. Processi fisici e dinamica di formazione ed evoluzione del magma in camere magmatiche. Il processo di risalita dei magmi. Livello di nucleazione dei gas. Formazione, accrescimento ed evoluzione delle bolle. Livello di frammentazione. Evoluzione dei principali parametri fisici e della reologia del magma durante la risalita verso la superficie. Il processo effusivo. Processi fisici di separazione gas-magma durante la risalita. Vari tipi di colate laviche in funzione delle proprietà reologiche. I duomi lavici. Il processo esplosivo. Parametri fisici che controllano la formazione di colonne eruttive. Colonna sostenuta e ricaduta di tefra, colonna collassante e genesi delle colate piroclastiche. Classificazione delle eruzioni esplosive. Eruzioni hawaiane, stromboliane, pliniane, vulcaniane: meccanismi eruttivi, fenomenologie e tipi di depositi. Esempi. La ricaduta piroclastica. Processi di dispersione Carte di isopache e isoplete: calcolo dei principali parametri fisici di una eruzione esplosiva Le correnti piroclastiche di densità' Ignimbriti e surge piroclastici. Flussi piroclastici turbolenti e laminari: concentrazione, velocità e proprietà reologiche. Meccanismi di sostegno e trasporto: fluidizzazione e turbolenza. Meccanismi di deposizione: depositi en masse e depositi aggradazionali. Attività idromagmatica e freatomagmatica. L'interazione esplosiva magma-acqua. Meccanismi e tipi di prodotti.

*Obiettivi formativi:* Educare lo studente alla lettura in termini fisici del processo vulcanico. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe avere acquisito: Capacità di

discutere le interrelazioni tra i principali fattori (fisici, reologici, composizionali) che regolano il processo eruttivo e la loro interdipendenza. Capacita' di interpretare in modo interdisciplinare il processo vulcanico, con l'ausilio di concetti derivati dalla geologia, petrografia, geochimica e geofisica Capacita' di leggere e discutere criticamente lavori scientifici sull'argomento del corso.





**Polo Scientifico Sesto Fiorentino (Sportello O.A.S.I.) Via G. Bernardini, 6** - sportello riservato agli studenti iscritti ai Corsi di studio triennali e magistrali di Scienze Biologiche, Fisica, Chimica e Ottica e Optometria.



### **Sportello di orientamento in ingresso**

Presso la Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali è attivo uno sportello di orientamento in ingresso per le future matricole:

**dove:** Presidenza della Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali - terzo piano del Plesso Didattico Morgagni - Viale Morgagni, 40-44 **quando:** dal 2 luglio al 31 ottobre 2019

**contatti:** Tel. 055 2751352 – email: orientamento(AT)scienze.unifi.it

**cosa puoi chiedere:** informazioni sull'immatricolazione, prove di verifica delle conoscenze in ingresso, prova di ammissione, corsi di studio.

### **Open Day**

La Scuola organizza due volte all'anno un incontro con gli studenti delle scuole medie superiori per far conoscere i corsi di studio coordinati dalla Scuola, l'offerta formativa e i servizi.

**dove:** Plesso Didattico Morgagni, viale Morgagni 40/44

**quando:** le date saranno pubblicate sul sito web della Scuola.

### **Mobilità Internazionale**

#### **Europa Erasmus Plus**

Erasmus+ è il programma dell'Unione Europea (UE) per l'Istruzione, la Formazione, la Gioventù e lo Sport, istituito nel 2013 con il [Regolamento \(UE\) n. 1288/2013](#), per il periodo 2014-2020. Per ulteriori informazioni consigliamo il sito di Ateneo alla sezione 'internazionalizzazione'.



### **Come funziona il Programma Erasmus**

Grazie agli accordi stipulati con atenei di altri paesi, gli studenti regolarmente iscritti possono trascorrere un periodo all'estero per studiare, lavorare, conoscere altre culture e confrontarsi con altri sistemi educativi.

Il programma offre agli studenti, iscritti almeno al secondo anno di un Corso di Laurea e a un qualsiasi anno della Laurea Magistrale, la possibilità di effettuare una parte degli studi e/o attività di tirocinio formativo (Traineeship) curriculare e non curriculare in un altro Paese dell'Unione Europea, per un periodo che va da un minimo di tre mesi ad un massimo di dodici per mobilità per studio e da un minimo di due mesi ad un massimo di dodici per mobilità per tirocinio.

Gli studenti selezionati ricevono una borsa di studio, il cui importo è stabilito ogni anno dal Ministero ed eventualmente implementato dall'Ateneo. Il Bando per le borse di studio viene di norma pubblicato con congruo anticipo nel sito di [Ateneo www.unifi.it](http://www.unifi.it).

Per ulteriori informazioni gli studenti possono consultare il sito web della Scuola alla sezione 'mobilità internazionale', o rivolgersi all'Ufficio Relazioni Internazionali della Scuola (orario di apertura al pubblico: da lunedì a venerdì 9.30-13; Tel. 055 2751349-341) o al Referente del programma del proprio Corso di Laurea ([lista](#)).

### **Doppi Titoli**

Grazie all'accordo stilato tra l'Università degli Studi di Firenze e l'Università di Burgos in Spagna, gli studenti di entrambe le Università possono ottenere il doppio titolo di Master Universitario in Química Avanzada dell'Università di Burgos e di Laurea Magistrale in Scienze Chimiche dell'Università degli Studi di Firenze.

Inoltre la convenzione stipulata con la Università Complutense di Madrid prevede la possibilità di conseguire il doppio titolo di Master in Ingegneria Matematica dell'Università Complutense di Madrid e di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università degli Studi di Firenze.



### **Biblioteca di Scienze**

La Biblioteca di Scienze [ <http://www.sba.unifi.it/scienze> ] fa parte del Sistema Bibliotecario d'Ateneo ed è costituita dalle seguenti sedi:

•Antropologia - via del Proconsolo 12- 50122 Firenze

**Tel:** 055.2757731/2 - **e-mail:** biantr(AT)unifi.it

•Botanica - via La Pira 4- 50121 Firenze

**Tel:** 055.2756787-785 - **e-mail:** botanica(AT)unifi.it

•Geomineralogia - via La Pira 4 - 50121 Firenze

**Tel:** 055.2757534-7535/7543 - **e-mail:** geolo(AT)unifi.it

•Matematica – viale Morgagni 67/a - 50134 Firenze

**Tel:** 055.2751445-446 - **e-mail:** biblio(AT)math.unifi.it

•Polo Scientifico (Biologia animale, Chimica, Fisica) - via Bernardini 6, 50019 Sesto Fiorentino (FI)

**Tel:** 055.4572921; **e-mail:** bibsesto(AT)unifi.it

Direttore: Gianni Galeota - c/o la sede di Matematica

**Tel.** 055.2751444 - 3480114413 - gianni.galeota(AT)unifi.it

Servizio di informazione e consulenza bibliografica online:

"Chiedi in biblioteca" alla pagina: <http://www.sba.unifi.it/CMpro-v-p-149.html>



### **Mense Universitarie**

Le mense universitarie a disposizione degli studenti sono presenti in varie aree della città.

Le sedi si possono consultare sul sito:

<http://www.dsu.toscana.it/servizi/ristorazione>

Azienda Regionale per il Diritto allo Studio Universitario di Firenze

[info@dsu.toscana.it](mailto:info@dsu.toscana.it), <http://www.dsu.toscana.it>

per ulteriori informazioni su uffici e servizi della scuola visita il sito della scuola:

<https://www.scienze.unifi.it/index.php>



## CONTATTI UTILI

### Presidenza della Scuola

**Presidente:** Prof. Gianni Cardini

**Segreteria della Presidenza:** Viale Morgagni, 40/44 - 50134 Firenze

**Tel.** 055-2751352 **Fax** 055- 2751351

**e-mail:** scuola(AT)scienze.unifi.it, **Sito web:** www.scienze.unifi.it

### Servizi alla didattica

Presso la Presidenza della Scuola (Viale G.B. Morgagni 40/44) è attivo un ufficio che gestisce anche i seguenti servizi:

**Stages e tirocini** per informazioni rivolgersi alla Dott.ssa Daniela Bacherini

Viale Morgagni, 40/44 -50134 Firenze

**Tel.** 055-2751348, **Fax** 055-2751351, **e-mail:** tirocini(AT)scienze.unifi.it

### Programma di mobilità internazionale Erasmus+

Per informazioni rivolgersi a:

-Studenti incoming Dott.ssa Beatrice Ferranti

**Tel.** 055-2751341 **email:** incoming(AT)scienze.unifi.it

-Studenti outgoing e informazioni generali Dott.ssa Giulietta Stefani

**Tel.** 055-2751349 **e-mail:** relint(AT)scienze.unifi.it

Viale Morgagni, 40/44 - 50134 Firenze **Fax** 055-2751351

### Delegati della scuola per i servizi agli studenti



<https://www.scienze.unifi.it/vp-108-delegati.html>

Delegati per l'orientamento in ingresso

- Marco Pagliai
- Chiara Fort

Delegato per le Problematiche della Disabilità

- Carla Bazzicalupi

Delegati per l'Orientamento in uscita- Job Placement

- Alessio Mengoni
- Anna Vinattieri

Delegato alle Attività Laboratoriali per l'Orientamento

- Claudia Andreini
- Chiara Bianchini

Delegato WEB Master

- Andrea Ceccarelli

Delegato per le relazioni internazionali

- Papini Anna Maria

Delegato per la Qualità

- Riccardo Fanti

Delegato per il Polo Universitario Penitenziario

- Puglisi Orazio

Delegati prove verifica conoscenze in ingresso

- Barletti Luigi
- Calamai Simone