

INDIRIZZO DI GEOLOGIA E GEODINAMICA



L'indirizzo fornirà **competenze specialistiche nell'ambito dei processi tettonici, petrologici, vulcanici e sedimentari**, che permetteranno al laureato di analizzare e interpretare **processi geologici di tipo endogeno ed esogeno a tutte le scale**, con particolare riferimento **all'evoluzione tettonica dei margini attivi** e ai fenomeni di **erosione e sedimentazione** a loro connessi.



Gli argomenti dei corsi riguardano sia l'**evoluzione geologica passata**, sia i **processi attivi** attraverso **analisi a tutte le scale**.

Particolare enfasi verrà data alle tecniche relative allo studio di:

- **processi tettonici fragili e duttili passati ed attivi**
- **pericolosità e rischio vulcanico e sismico**
- **processi petrologici, ignei e metamorfici** dei margini di placca attivi
- **processi sedimentari** in zone litorali e fluviali
- **successioni sedimentarie e strutture deformative che possono ospitare reservoir di geofluidi** (idrocarburi, stoccaggio di gas, geotermia, acquiferi profondi)



Il corso di laurea si conclude con la realizzazione di un **elaborato di tesi** su **un'ampia scelta di tematiche** connesse agli obiettivi sopra menzionati, con **attività sul terreno e in laboratorio sia in Italia sia all'estero**.

INDIRIZZO DI GEOLOGIA E GEODINAMICA

PRIMO ANNO - 54 CFU - 8 esami

4 Insegnamenti obbligatori:

- Geologia dei bacini sedimentari, GEO/02 - 8 CFU
- Tettonica e Geologia strutturale, GEO/03 - 8 CFU
- Prospezioni geofisiche, GEO/11 - 8 CFU
- Statistica, MAT/06 - 6 CFU (blended e-learning con esercizi finalizzati alla Geologia)

2 insegnamenti caratterizzanti (12 CFU) a scelta multipla tra:

- Geologia stratigrafica e regionale, GEO/02 - 6 CFU
- Petrografia del sedimentario, GEO/02 - 6 CFU
- Deformazione e metamorfismo nei margini convergenti, GEO/03 – 6 CFU
- Tettonica attiva e vulcano-tettonica, GEO/03 - 6 CFU
- Geologia del vulcanico, GEO/03 - 6 CFU

1 insegnamento (6 CFU) a scelta tra:

- Geocronologia e Archeometria, GEO/08 - 6 CFU
- Minerali alla nanoscala GEO/06, 6CFU
- Mineralogia industriale e ambientale GEO/09, 6CFU

1 insegnamento (6 CFU) a scelta tra:

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

INDIRIZZO DI GEOLOGIA E GEODINAMICA

SECONDO ANNO - 64 CFU - 4 esami

1 insegnamento obbligatorio (6 CFU):

- Petrogenesi degli ambienti geodinamici, GEO/07 - 6 CFU

2 insegnamenti (8 CFU) a scelta multipla tra:

- Modellazione geologica 3D, GEO/03 - 4 CFU
- Metodi di analisi geologico-strutturale, GEO/03 - 6 CFU
- Geoenergia, GEO/05 - 4 CFU
- Applicazioni GIS avanzate, GEO/05 - 4 CFU
- Geofisica applicata, GEO/11- 4CFU

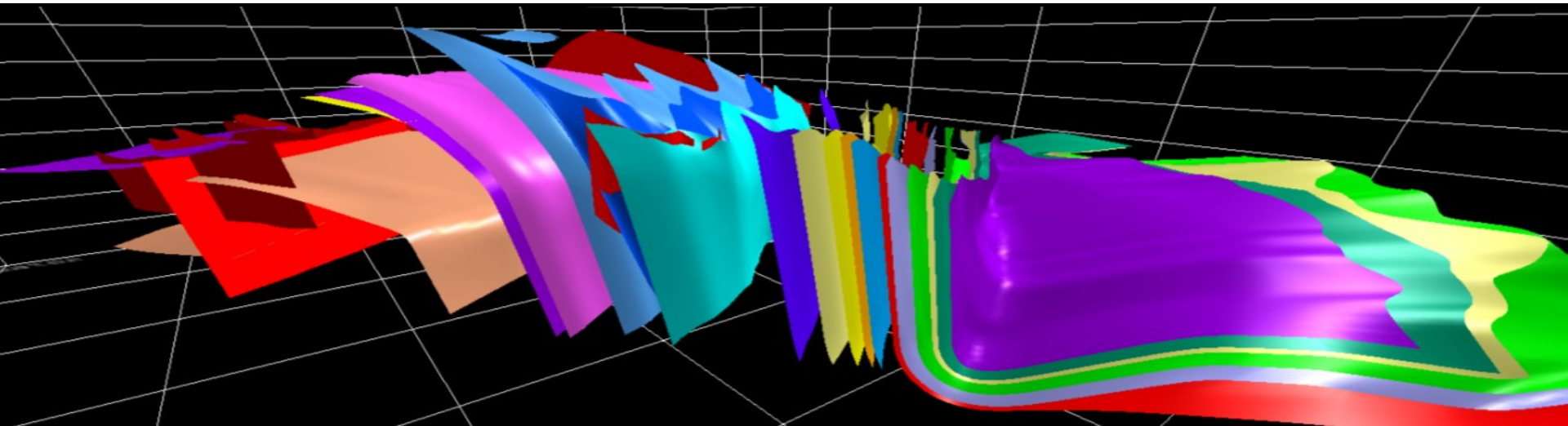
16 Crediti a libera scelta (che contano come un unico esame)

TESI 34 CFU + 2 CFU di TIROCINIO



PRINCIPALI CAMPI D'OCCUPAZIONE

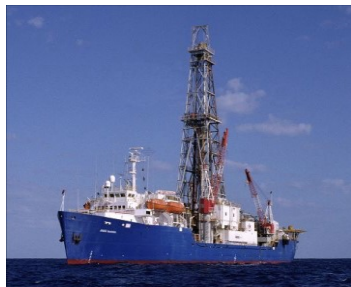
1. **Geologia del petrolio e dei reservoir di geofluidi in generale**
2. **Valutazione/gestione della pericolosità sismica e vulcanica**
3. **Studi geologico-strutturali connessi a grandi opere ingegneristiche**
4. **Esplorazione mineraria e georisorse**
5. **Cartografia geologica e tematica**



INDIRIZZO DI GEOLOGIA E GEODINAMICA

PROFILI PROFESSIONALI E SBOCCHI OCCUPAZIONALI

1. **INDUSTRIA** (idrocarburi, minerali, materie prime)
2. **CONSULENZA** (agenzie private, società di ingegneria, libera professione)
3. **UFFICI PUBBLICI** (servizi geologici, agenzie per ambiente e territorio)
4. **FORMAZIONE E RICERCA NELLE UNIVERSITA'**
5. **INSEGNAMENTO** (Scienze della Terra, Geografia, Scienze)
6. **DIVULGAZIONE E GIORNALISMO SCIENTIFICO**



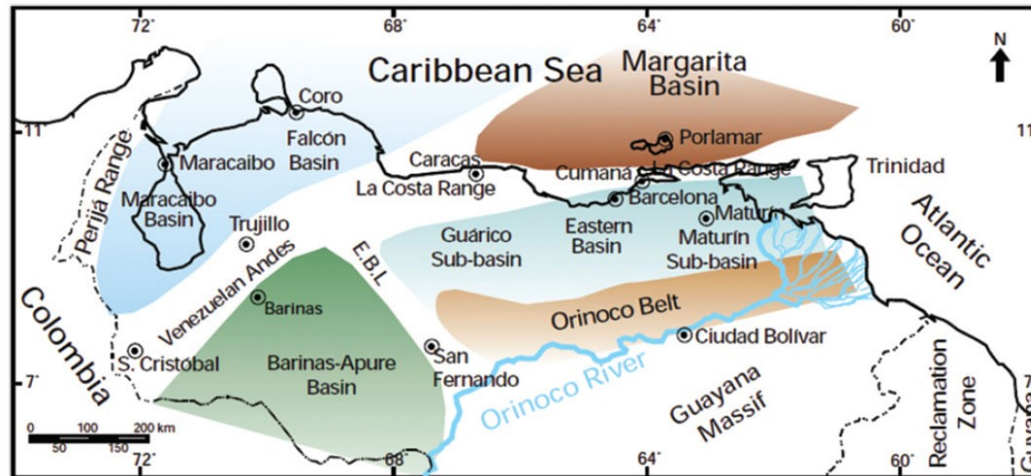
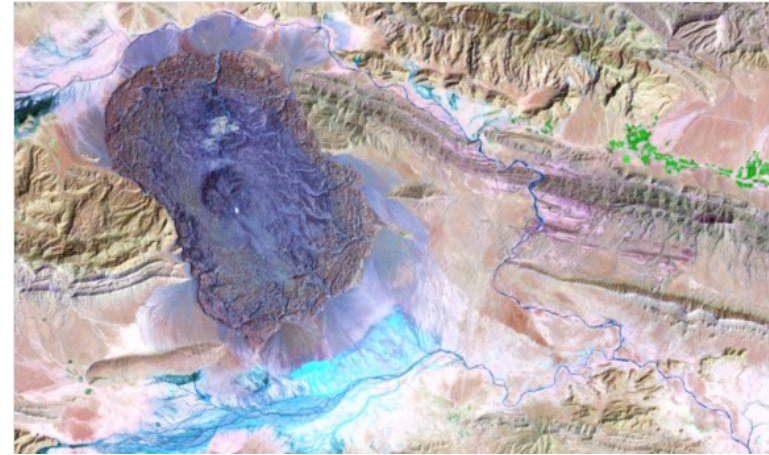
CORSI DEL PRIMO ANNO

<https://elearning.unimib.it/course/index.php?categoryid=2630>



GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI (8 CFU) Eduardo Garzanti

Oggetto: Studio dei processi geologici a grande scala, evoluzione dei bacini sedimentari e formazione delle risorse energetiche associate. Analisi e studio dei fenomeni geologici a scala globale e tutti i processi che portano alla formazione dei bacini sedimentari

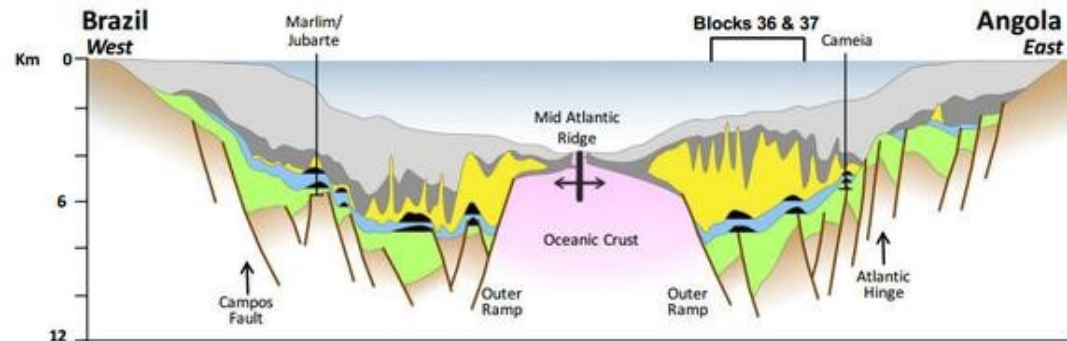
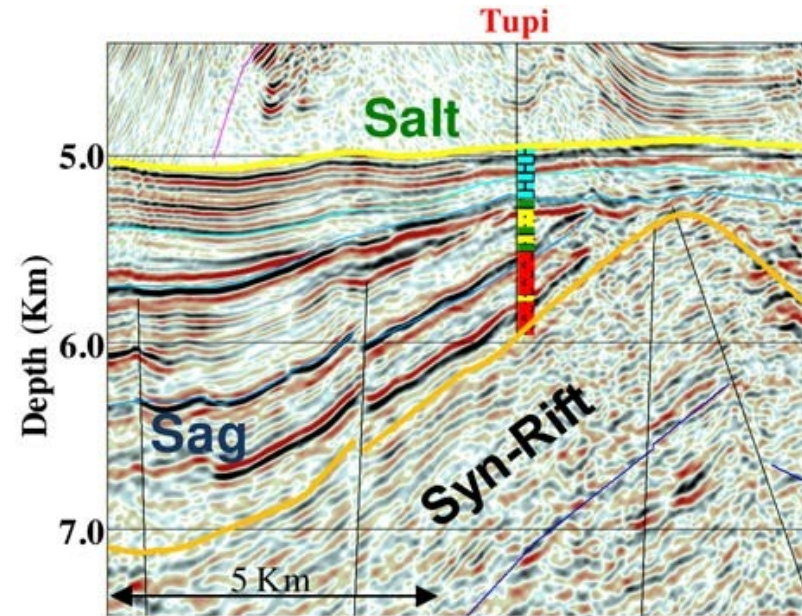


Organizzazione: Lezioni frontali in aula (7 cfu). Esercitazioni sull'interpretazione geologica di linee sismiche (1 cfu).

GEOLOGIA DEI BACINI SEDIMENTARI (8 CFU) Eduardo Garzanti

Contenuti: Meccanismi di subsidenza. Classificazione dei bacini sedimentari. Margini divergenti e bacini associati: rift continentali attivi e passivi; sistema Mar Rosso - Golfo di Aden; margini continentali passivi; bacini intracratonici. Margini convergenti e bacini associati: sistemi arco-fossa; complessi di subduzione; bacini di forearc, intra-arc e back-arc. Catene in obduzione e catene in collisione; bacini di avampaese; bacini di retrocatena; bacini satellite; esempi dalla catena Alpino-himalayana e dagli Appennini. Margini trasformati e bacini associati: sistemi trascorrenti; bacini transtensivi e transpressivi.

Laboratorio: Principi di stratigrafia sismica. Interpretazione geologica di linee sismiche a riflessione attraverso diversi tipi di bacini sedimentari



Tettonica e Geologia strutturale (8 CFU) Andrea Zanchi

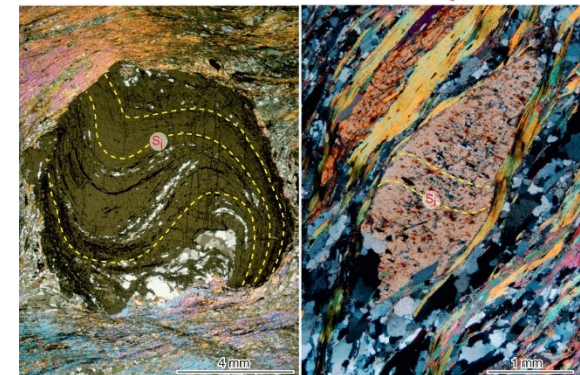
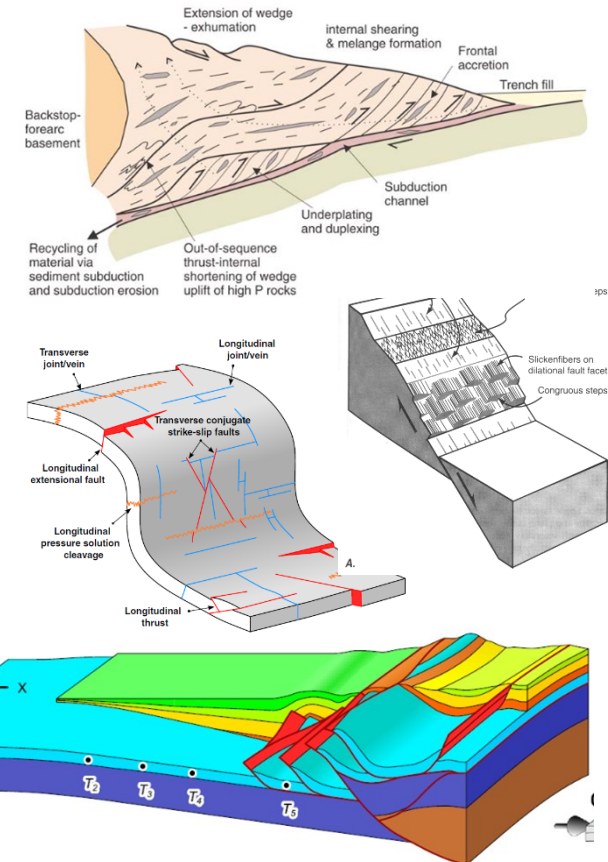
Oggetto:

Analisi strutturale della **deformazione fragile e duttile** in un **contesto regionale**. Associazioni di **strutture tettoniche** nei principali **contesti geodinamici**. **Caratteristiche ed evoluzione** di **margini divergenti, convergenti e trasformati** nell'ambito del quadro della **Tettonica delle placche**.

Analisi strutturale a scala **mesoscopica** di strutture fragili e duttili (**faglie, giunti, pieghe, miloniti**) in ambito Alpino e loro rappresentazione.

Organizzazione - I anno LM:

- **Lezioni** (6 CFU), 42 ore su aspetti teorici
- **Esercitazioni** (1 CFU): 12 ore sull'**utilizzo avanzato** delle proiezioni stereografiche (pieghe, faglie, paleostress)
- **Campo** (1 CFU): uscita a fine corso nelle Alpi centrali della durata di 2-3 giorni.



Tettonica e Geologia strutturale (8 CFU) Andrea Zanchi

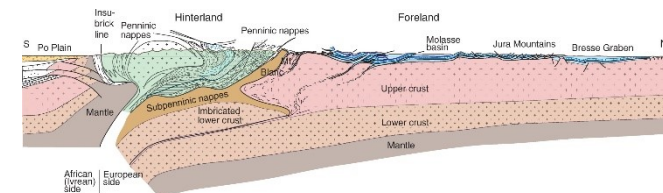
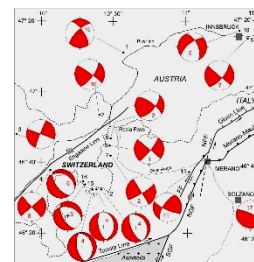
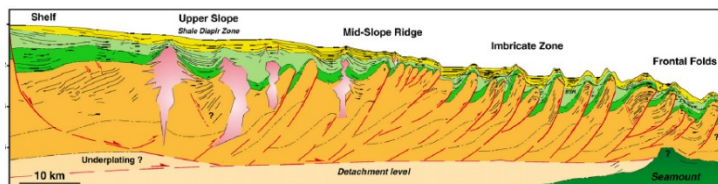
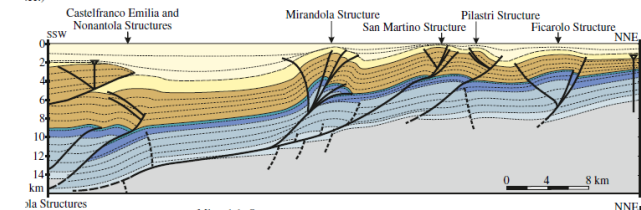
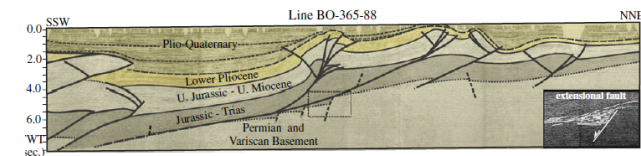
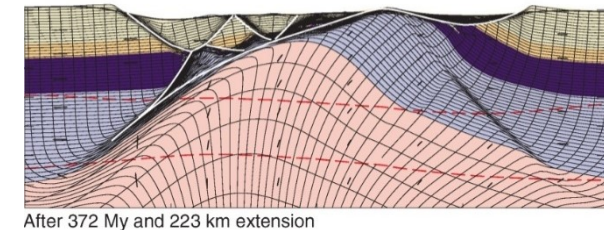
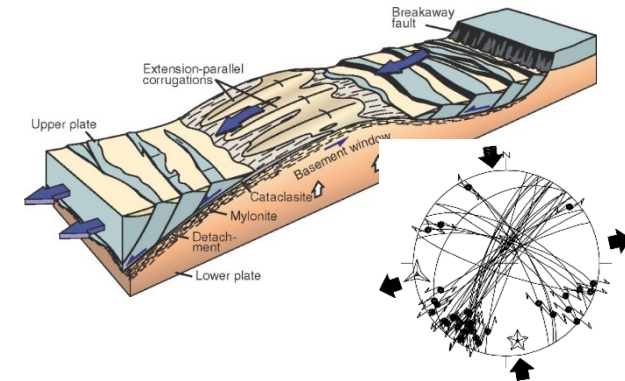
Contenuti:

GEOLOGIA STRUTTURALE

- 1) Meccanica della fratturazione, giunti, faglie, terremoti.
- 2) Strutture duttili: zone di taglio e miloniti, pieghe, foliazioni e lineazioni.

TETTONICA

- 1) Tettonica delle placche;
- 2) rifting, oceanizzazione e evoluzione dei margini passivi, ofioliti;
- 3) dorsali e trasformi oceaniche;
- 4) margini attivi, zone di subduzione e prismi d'accrezione;
- 5) orogeni andini non collisionali e collisione continentale;
- 6) catene a pieghe e sovrascorrimenti.



Geologia stratigrafica e regionale (6 CFU)

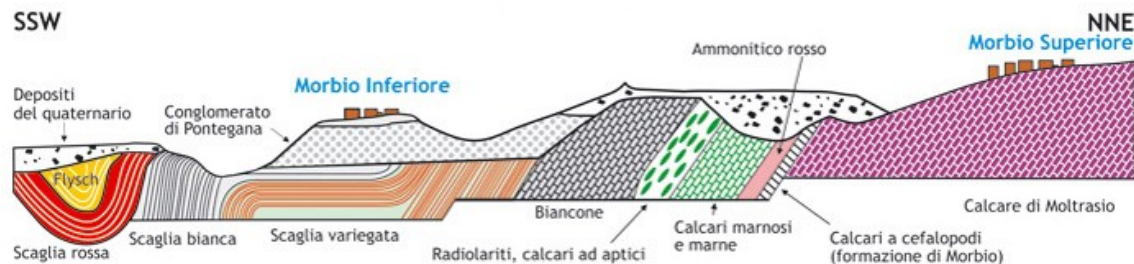
Eduardo Garzanti

Oggetto:

Il corso riguarda verte a sviluppare la capacità di analizzare e comprendere i processi di sedimentazione e della loro registrazione stratigrafica. Ricavare dalle successioni stratigrafiche il loro significato sedimentologico paleogeografico e paleogeodinamico.

Organizzazione:

lezioni frontali ed uscite sul terreno di Stratigrafia del Sudalpino.

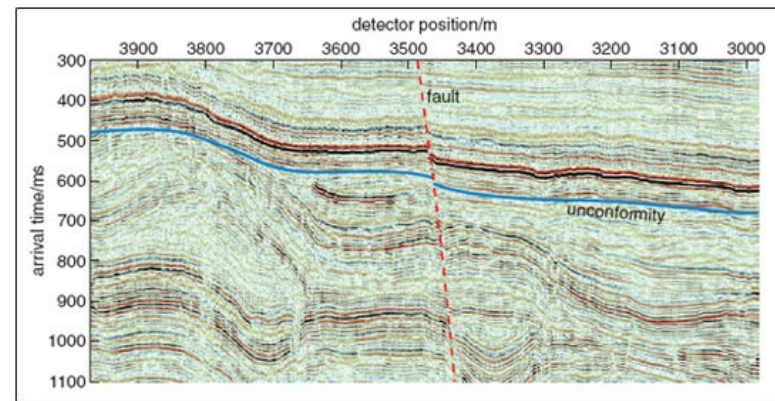
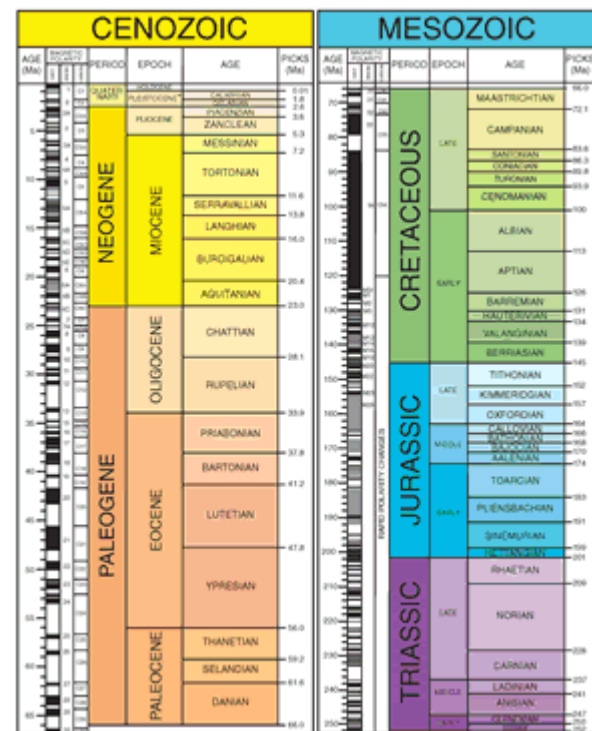


Geologia stratigrafica e regionale (6 CFU)

Eduardo Garzanti

Contenuti:

La geologia stratigrafica e il tempo profondo. La scala dei tempi geologici. Natura ciclica e discontinua del record stratigrafico. Stratigrafia fisica, sismica e sequenziale dei sistemi terrigeni e carbonatici. Geologia d'Italia con particolare riguardo al Permo-Mesozoico della catena Sudalpina. Apertura e chiusura della Tetide. La lettura delle successioni sedimentarie sul terreno.



Petrografia del Sedimentario (6 CFU)

Sergio Andò

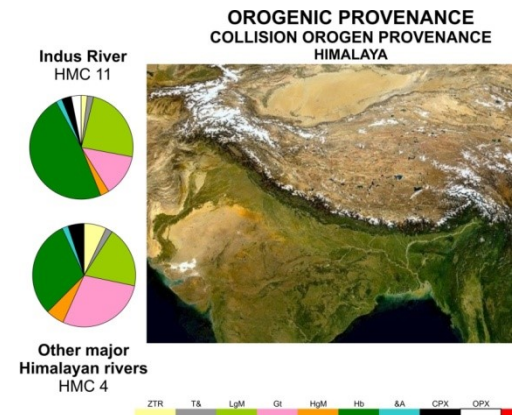
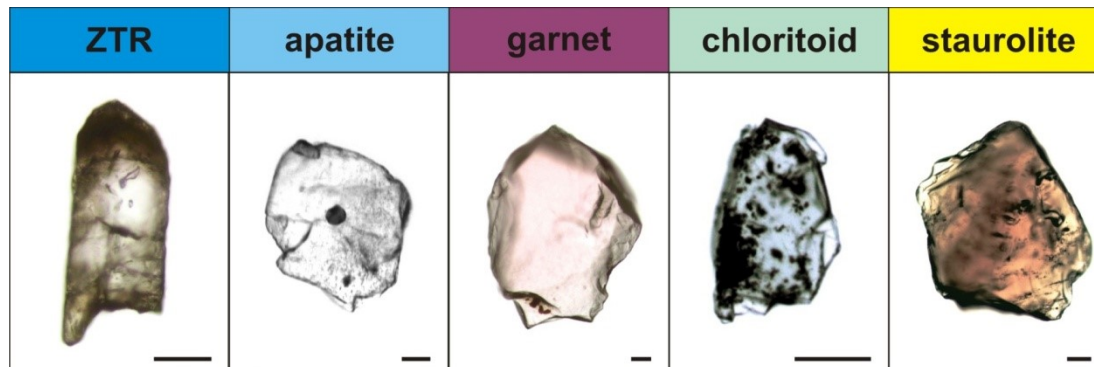
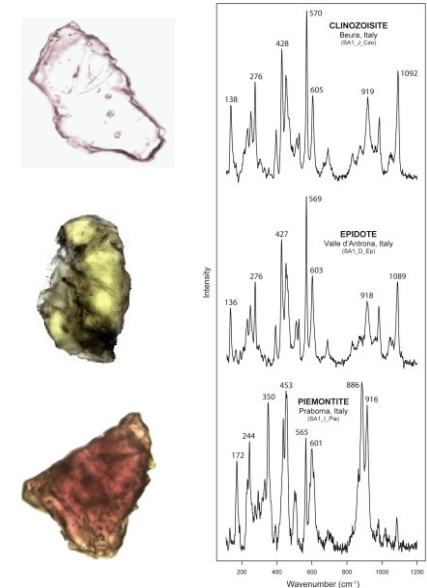
Oggetto:

Capacità di analizzare sezioni sottili di sabbie e arenarie e suite di minerali pesanti.

Conoscenza di tecniche avanzate di separazione mineralogica. Capacità di interpretare il dato petrografico e mineralogico in relazione a litologia e geodinamica delle aree sorgenti e dei processi fisici e chimici di trasformazione della composizione del sedimento durante il ciclo sedimentario.

Organizzazione:

Lezione frontale con esempi e discussione di casi reali



Petrografia del Sedimentario (6 CFU)

Sergio Andò - I anno LM

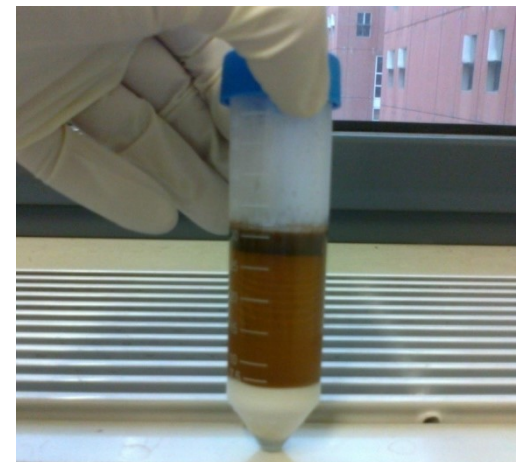
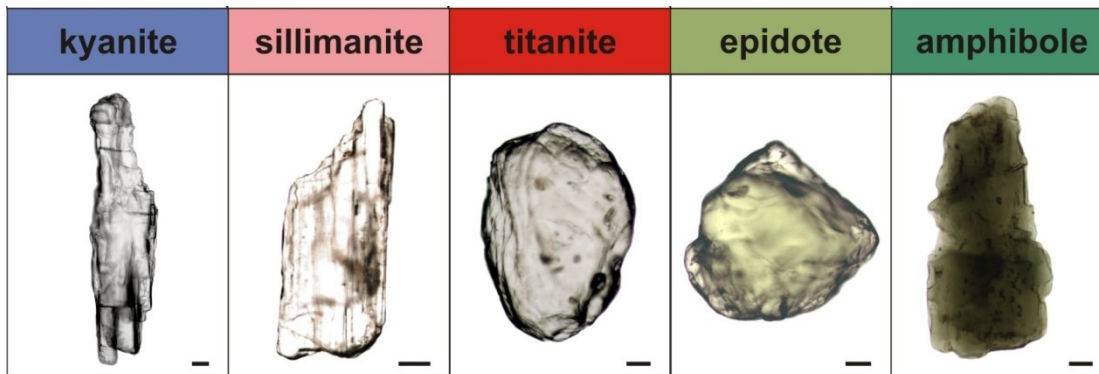
Contenuti:

Tettonica e sedimentazione. Petrografia del silicoclastico.

Identificazione dei minerali pesanti. Processi fisici e chimici nel ciclo sedimentario.

Selezione idraulica. Alterazione chimica. Diagenesi. Riciclo.

Geocronologia del detritico. Applicazioni alla geologia degli idrocarburi con casi pratici.



Deformazione e Metamorfismo nei margini convergenti (6 CFU)

Docenti: Nadia Malaspina & Stefano Zanchetta

Oggetto:

Il corso approfondirà i principali processi tettono-metamorfici che interessano l'evoluzione policciclica di orogeni collisionali maturi (e.g. Alpi) e le analogie con margini convergenti attualmente attivi in situazioni pre-(subduzione attiva) e sin-collisionali come analogo delle subduzioni attuali.

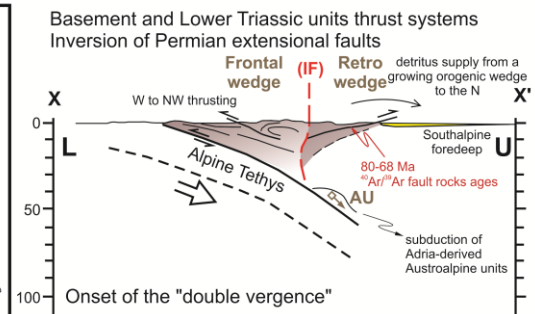
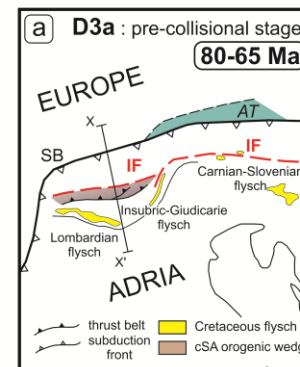
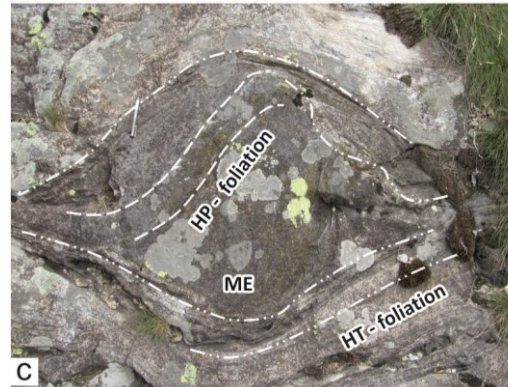
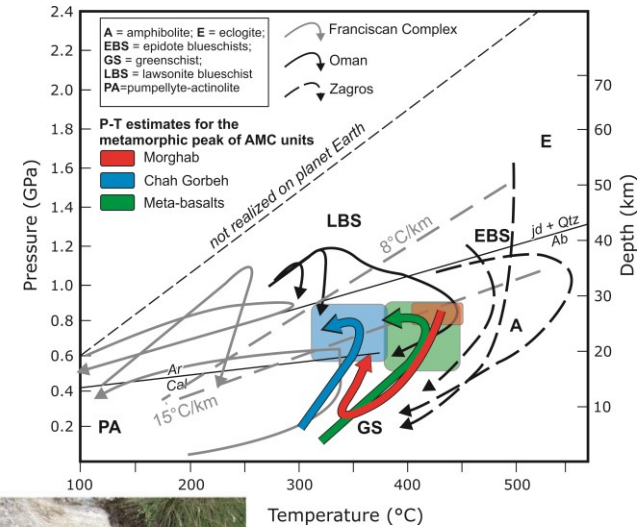
Organizzazione e contenuti - I anno LM:

Lezioni frontali (4 CFU), 28 ore. Ruolo delle associazioni mineralogiche presenti nella litosfera oceanica e continentale in subduzione nella ricostruzione di percorsi Pressione-Temperatura-fasi deformative-tempo (*P-T-d-t paths*).

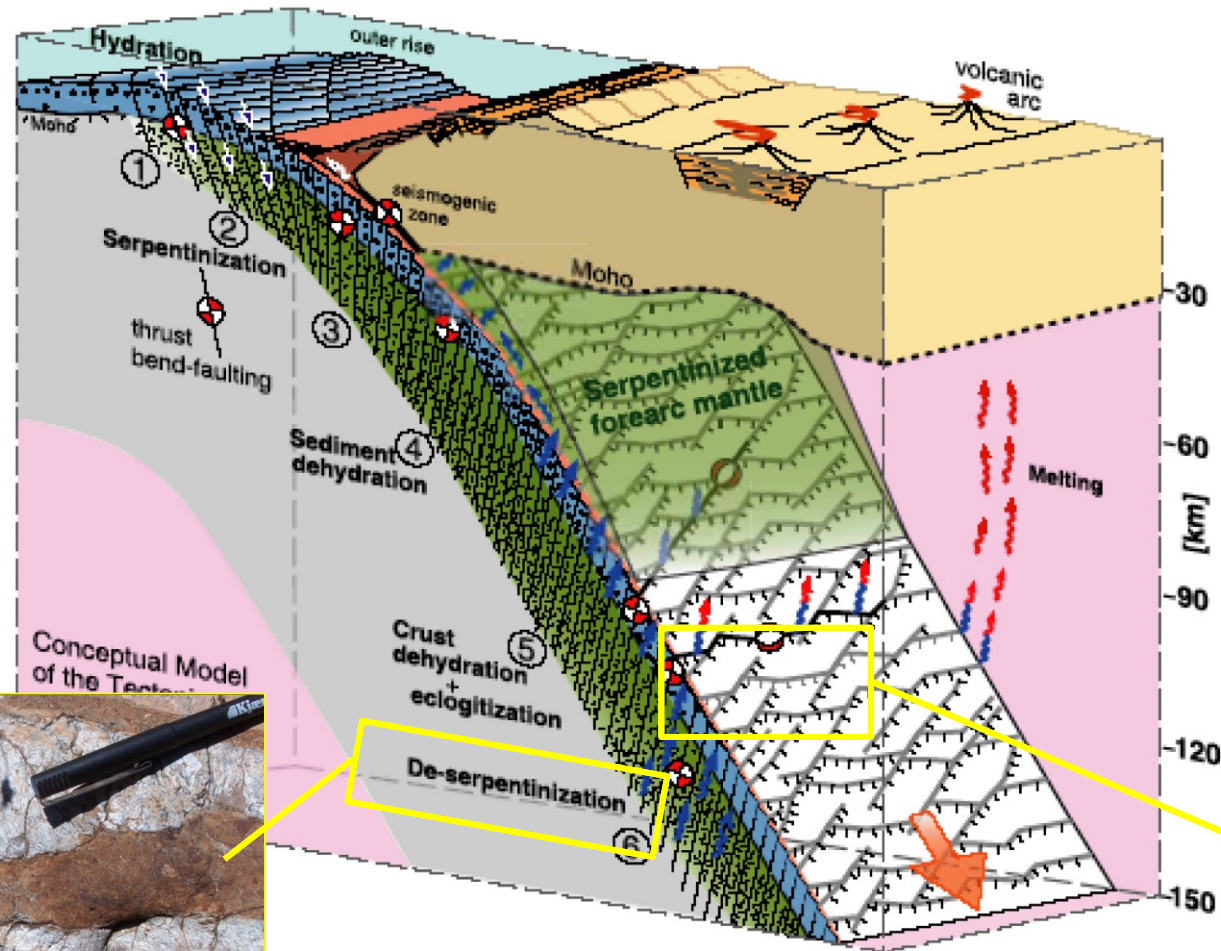
Ruolo dei fluidi e della stabilità di fasi idrate nella reologia dello slab in subduzione e generazione di terremoti profondi.

Analisi multiscala dei processi deformativi e metamorfici e loro utilizzo nella ricostruzione dell'evoluzione di unità tettonometamorfiche in catene collisionali.

Attività di campo (2 CFU), 2-3 gg. Osservazioni dei processi deformativi e metamorfici in affioramento e loro correlazione con l'architettura tettonica di un edificio orogenico.



Stabilità delle fasi mineralogiche vs struttura e reologia: dai diagrammi di fase alla nucleazione dei terremoti



Tettonica attiva e vulcanotettonica (6 CFU) Alessandro Tibaldi

Oggetto:

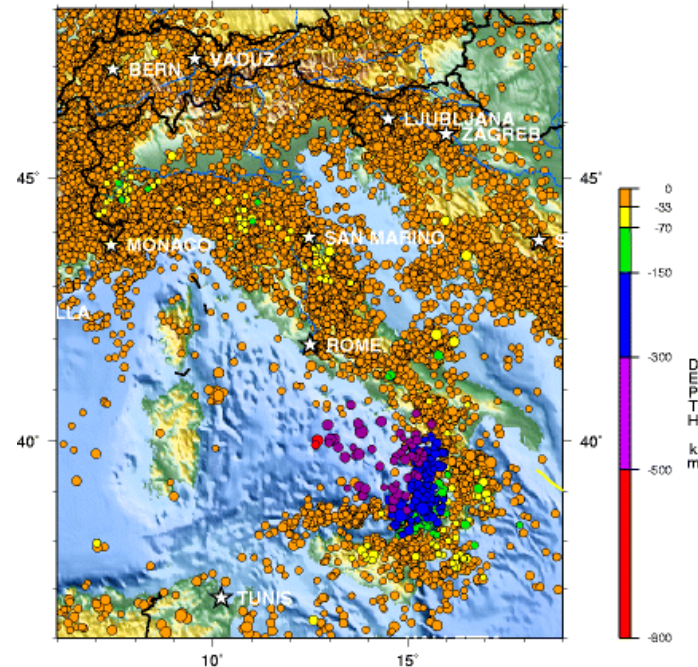
Tecniche per lo studio delle deformazioni attive in aree vulcaniche e non-vulcaniche, con particolare enfasi alle metodologie di terreno

Organizzazione:

→ **Lezioni** (6 CFU)

Contenuti:

Riconoscimento delle evidenze geologico stratigrafiche, strutturali e morfostrutturali per la caratterizzazione delle faglie e pieghe attive. Classificazione e studio delle deformazioni recenti/attive in contesti tettonici di compressione, rift e trascorrenza. Riconoscimento delle deformazioni in ambiente vulcanico legate alla dinamica magmatica. Integrazione tra dati geologici e geofisici. Descrizione delle zone principali a rischio sismico in Italia.



Seismicity of Italy, 1990 - 2006

Geologia del Vulcanico (6 CFU) Gianluca Groppelli

Oggetto:

Tecniche e metodologie per la cartografia geologica in aree vulcaniche. Esempi di applicazione a casi reali e per la valutazione della pericolosità vulcanica

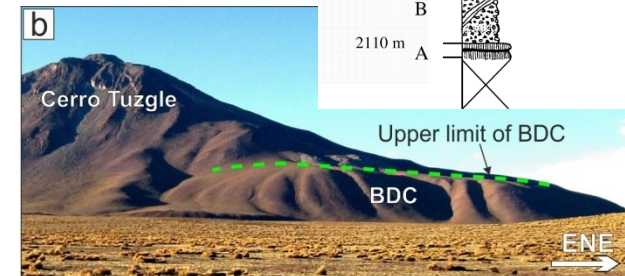
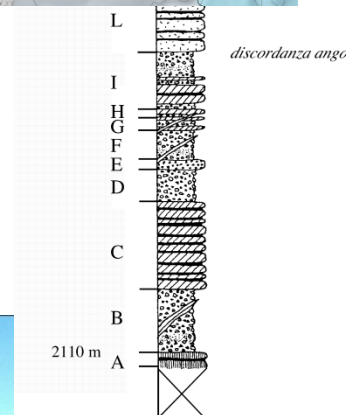
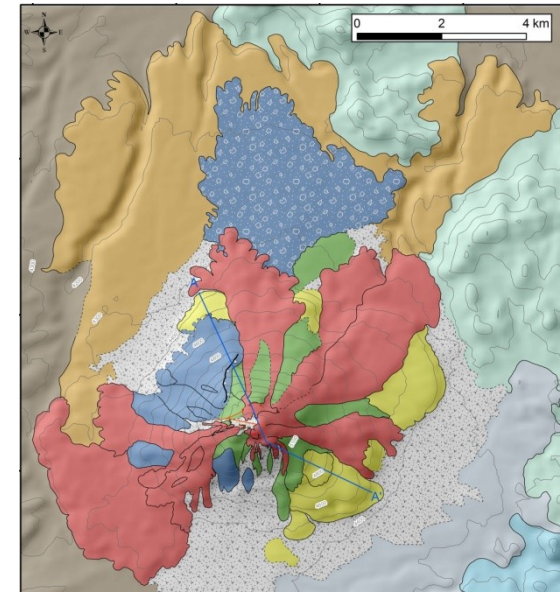
Organizzazione:

→ **Lezioni** (4 CFU), **campo** (2 CFU)

→ **6 giorni sull'Etna** (3 giorni di escursione guidata, 3 giorni di rilevamento)

Contenuti:

1) Cenni di vulcanologia: i vulcani e i loro prodotti, sistematica delle eruzioni vulcaniche, tipi di depositi vulcanici, analisi delle forme, evoluzione dei vulcani; successioni vulcaniche e loro significato.

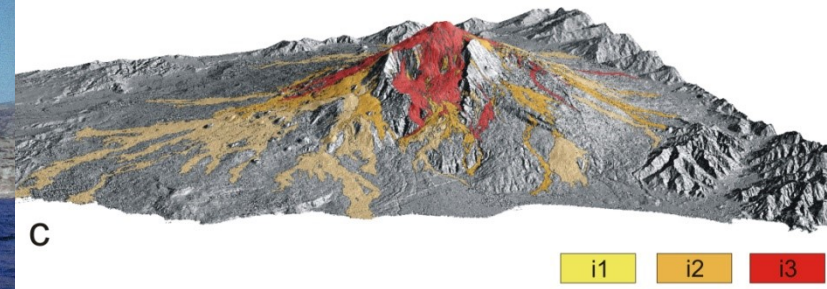


Geologia del Vulcanico (6 CFU) Gianluca Groppelli

Contenuti:

2) Geologia delle aree vulcaniche: metodologia di rilevamento e studio, stratigrafia, UBSU, Descrizione regionale ed analisi della genesi ed evoluzione del vulcanismo in differenti regimi geodinamici; la valutazione della pericolosità in ambiente vulcanico.

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



i1 i2 i3

Geocronologia e Archeometria (6 CFU)

Igor Villa

Oggetto:

Introdurre i concetti fondamentali di geocronologia e geochimica isotopica ed applicarli a geologia e archeologia

Organizzazione:

→ **Lezioni** (6 CFU)

Contenuti:

Geocronologia “classica” (Alpi, etc.):

U-Pb, Rb-Sr, K-Ar, Sm-Nd, FT

Geocronologia del Quaternario:

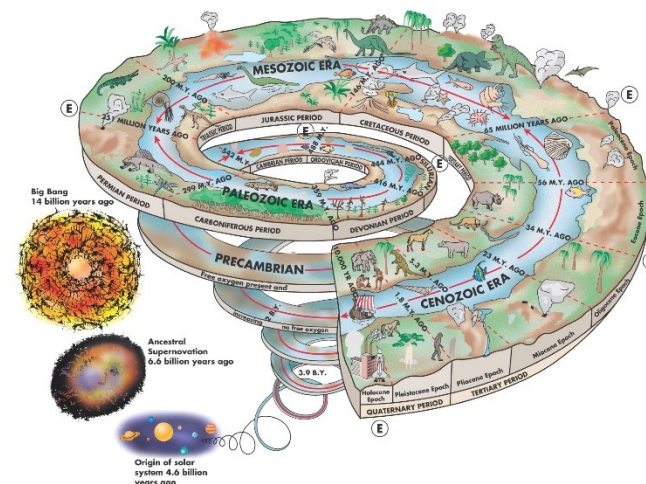
^{14}C , U-Th, TL, etc.

Archeometria: impronta isotopica di Pb, Sr, etc.

Spettrometri di massa, precisione, accuratezza

Frazionamento degli isotopi stabili e paleoclimatologia: $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$, δD etc.

La Terra ha circa 4.5 miliardi di anni



Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

“The result, therefore, of our present enquiry is, that we find no vestige of a beginning,—no prospect of an end..” **James Hutton, 1788**

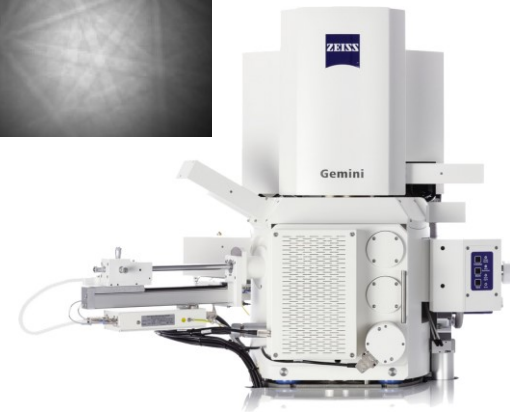
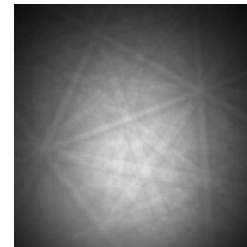
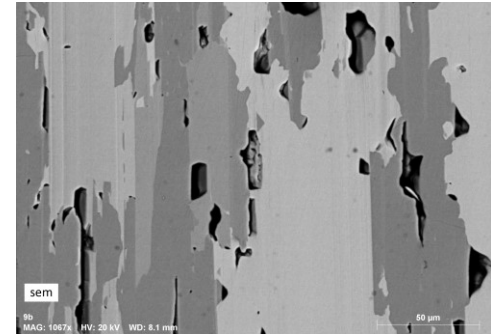
Minerali alla Nanoscala (6 CFU) Giancarlo Capitani

Oggetto:

Reazioni mineralogiche, transizioni di fase, aspetti della **crescita cristallina** e della **ricristallizzazione** osservabili e comprensibili solo a scala **nanometrica** – Aspetti nanostrutturali fondamentali per la comprensione dei **processi geologici**, delle **potenzialità applicative** dei minerali e delle loro implicazioni in campo **ambientale** ed **igienico-sanitario** – Verranno illustrati gli aspetti più spettacolari di questo mondo submicroscopico ed introdotte le **tecniche di indagine** necessarie per accedervi.

Organizzazione - I anno LM:

- **Lezioni** (4 CFU): 28 ore su aspetti teorici e *case studies*
- **Esercitazioni** (1 CFU): 12 ore di esercitazione su analisi e rappresentazione dei dati coi più comuni software a disposizione, tra cui Digital Micrograph, Crystal Maker, JEMS...
- **Laboratorio** (1 CFU): 12 ore di presenza partecipata ad indagini strumentali con SEM, EBSD, WDS, TEM presso la *Piattaforma di Microscopia di Bicocca*.



Minerali alla Nanoscala (6 CFU) Giancarlo Capitani

Contenuti

Background:

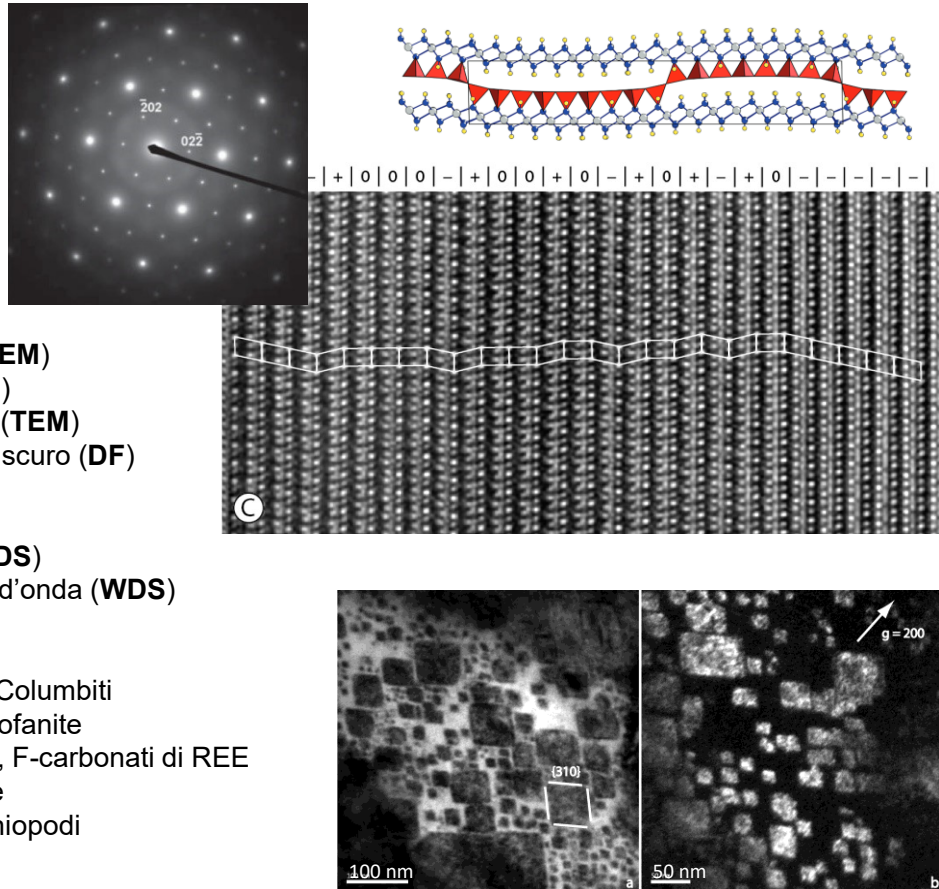
- Strutture cristalline
- Reticolo reciproco
- Interazione elettrone-materia
- Diffrazione elettronica

Strumenti e Tecniche:

- Il microscopio elettronico a scansione (**SEM**)
- Diffrazione di elettroni retrodiffusi (**EBSD**)
- Il microscopio elettronico a trasmissione (**TEM**)
- Immagini in campo chiaro (**BF**) e campo scuro (**DF**)
- Immagini in alta risoluzione (**HRTEM**)
- Diffrazione in selezione d'area (**SAED**)
- Microanalisi in dispersione di energia (**EDS**)
- Microanalisi in dispersione di lunghezza d'onda (**WDS**)

Case Studies:

- Fenomeni di **ordinamento cationico** in Columbiti
- Fenomeni di **essoluzione** in Ilmenite-Pirofanite
- **Polisomatismo**: Pirossenoidi, Antigorite, F-carbonati di REE
- **Politipismo**: Biotite, Tobelite, Moissanite
- Microstruttura e **nanoinclusioni** in Brochiopodi
- **Nanoparticolato** nelle ali delle Api



CORSI DEL SECONDO ANNO

<https://elearning.unimib.it/course/index.php?categoryid=2630>



Petrogenesi degli Ambienti Geodinamici (6 CFU)

Maria Luce Frezzotti

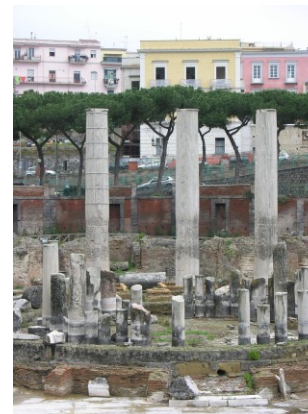
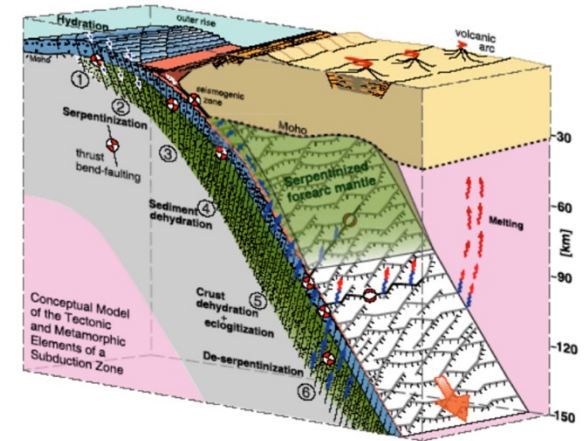
Obiettivi:

Fornire un approccio multidisciplinare per integrare le informazioni derivanti dalla petrologia ignea e metamorfica con studi di terreno geodinamici e strutturali.

Fornire conoscenze avanzate sui processi petrologici ignei e metamorfici che caratterizzano l'evoluzione chimica e tettonica della litosfera nei principali ambienti geodinamici, con particolare riferimento ai margini attivi e alle catene orogeniche.

Organizzazione:

Lezioni (6 CFU), Campo (2 CFU)

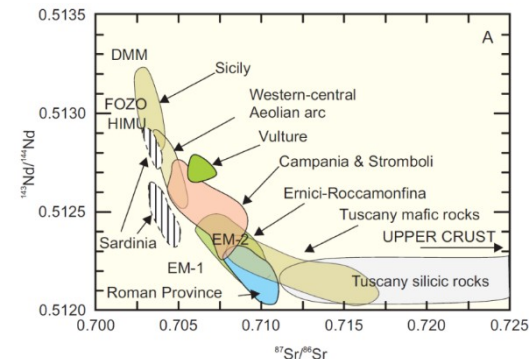
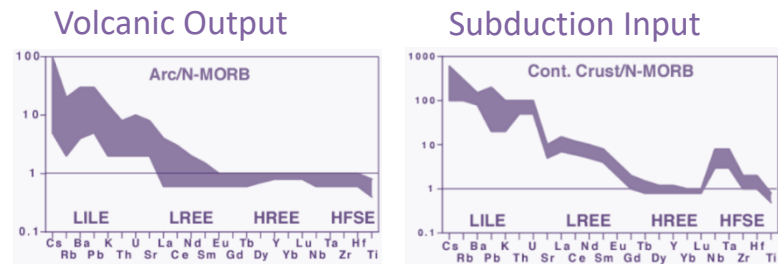
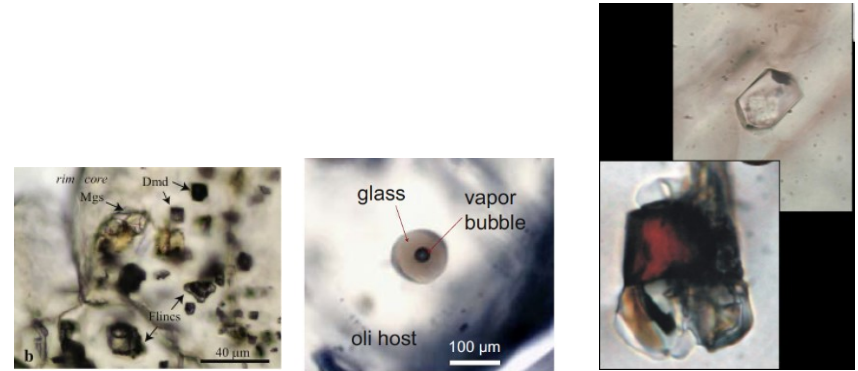


Petrogenesi degli Ambienti Geodinamici (6 CFU)

Maria Luce Frezzotti

Contenuti:

- Lo studio dei diagrammi ed equilibri di fase in sistemi chimici rappresentativi delle litologie presenti in zone di basamento metamorfico, crosta oceanica e mantello litosferico, utilizzando esempi naturali dalla catena Alpina;
- Il ruolo delle fasi fluide nello sviluppo di reazioni metamorfiche, e come mezzi di trasferimento di elementi dallo *slab* al mantello sopra-subduzione, con conseguenti processi di metasomatismo del mantello e produzione di magmatismo;
- Il ruolo e la caratterizzazione delle fasi fluide associato all'evoluzione dei magmi attraverso la crosta.
- La modellizzazione geochemica e lo studio degli equilibri di fase per la costruzione di modelli quantitativi sulla petrogenesi magmatica in diversi contesti geodinamici, con particolare riferimento al magmatismo recente Italiano.



Modellazione geologica 3D (4 CFU) Andrea Bistacchi

Oggetto:

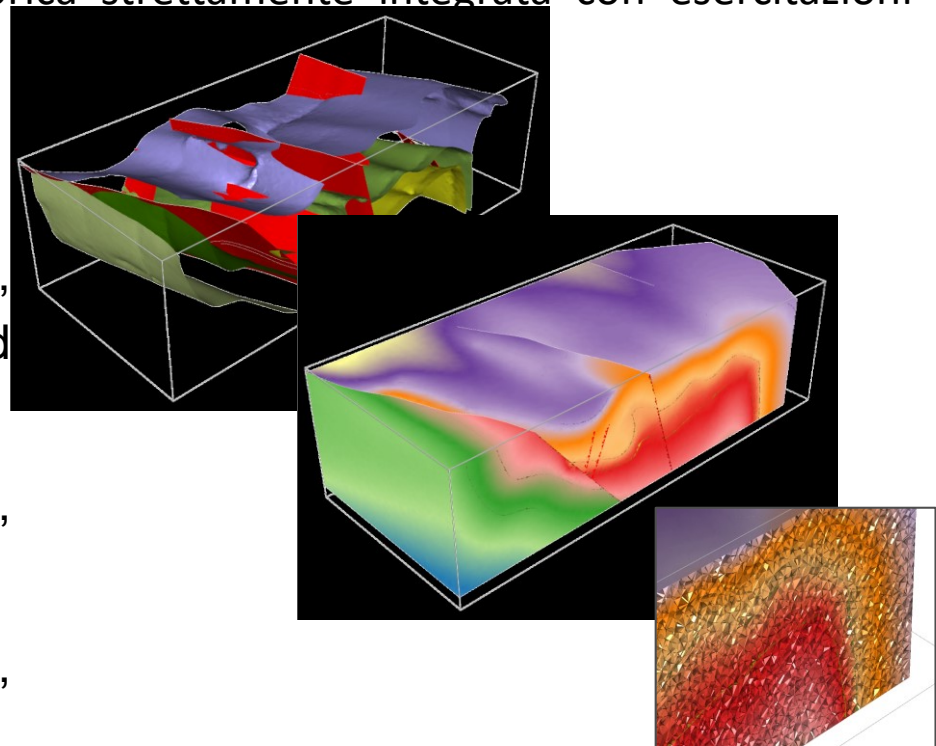
Il corso si propone di affrontare tematiche relative alla modellazione geologica 3D, attraverso una trattazione teorica ed esercizi pratici con software dedicati utilizzati nell'industria (Move®, Skua-Gocad®, Petrel®).

Organizzazione:

Il corso si sviluppa attraverso una parte teorica strettamente integrata con esercitazioni pratiche.

Contenuti:

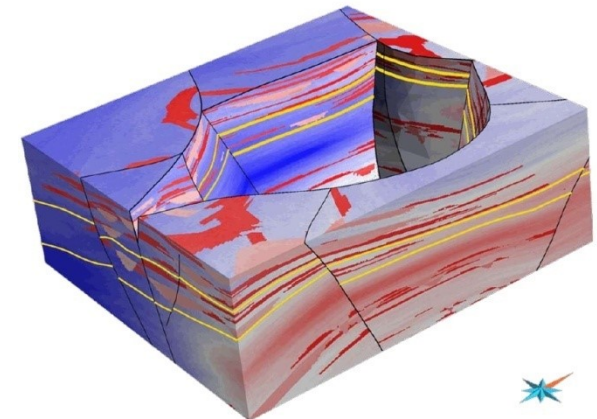
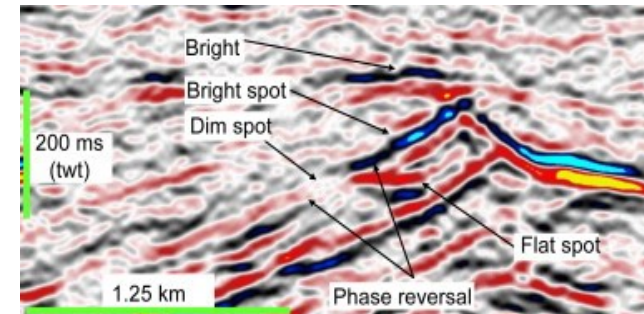
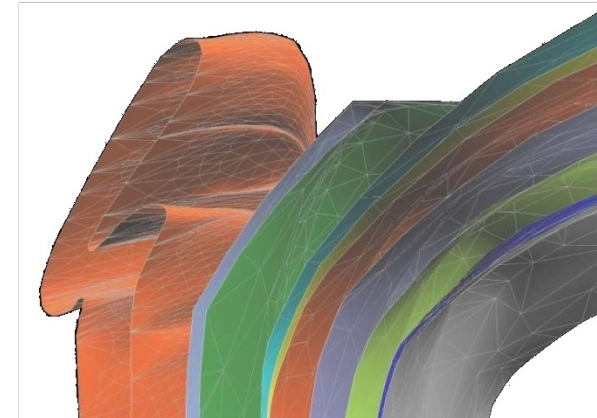
- (1) fondamenti del geomodelling, topologia, modelli discreti, griglie, geostatistica ed interpolazione;
- (2) sorgenti di dati 3D: dati di superficie, sondaggi e pozzi, rilievi geofisici;
- (3) software: limiti e potenzialità (Move®, Skua-Gocad®, Petrel®);



Modellazione geologica 3D (4 CFU) Andrea Bistacchi

Contenuti...

- (4) modellazione di una successione sedimentaria piegata (pieghe cilindriche) e tagliata da faglie, utilizzando gli strumenti di Move®;
- (5) modellazione del network di faglie utilizzando Skua®;
- (6) modellazione di una successione piegata e tagliata da faglie, utilizzando l'approccio a superfici implicite in Skua/Gocad®;
- (7) Modellazione da sismica 3D e pozzi in Petrel®;
- (8) rappresentazione, modellazione e simulazione di proprietà degli oggetti geologici;
- (9) modellazione di sistemi di fratture e retrodeformazione;
- (10) modelli geologici 3D come input verso altri ambiti di modellazione: modelli meccanici, simulatori di flusso in geologia degli idrocarburi, modelli idrogeologici, ecc.



Metodi di analisi geologico-strutturale (4 CFU) Andrea Bistacchi

Oggetto:

Raccogliere, analizzare e modellizzare in modo integrato e quantitativo dati strutturali a diverse scale, sul terreno ed in laboratorio.

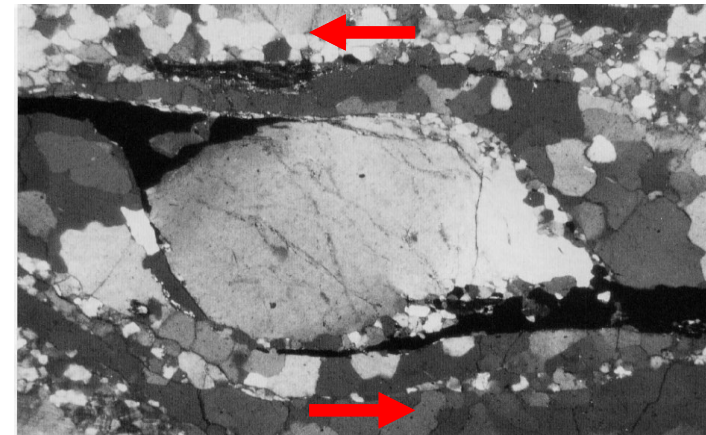
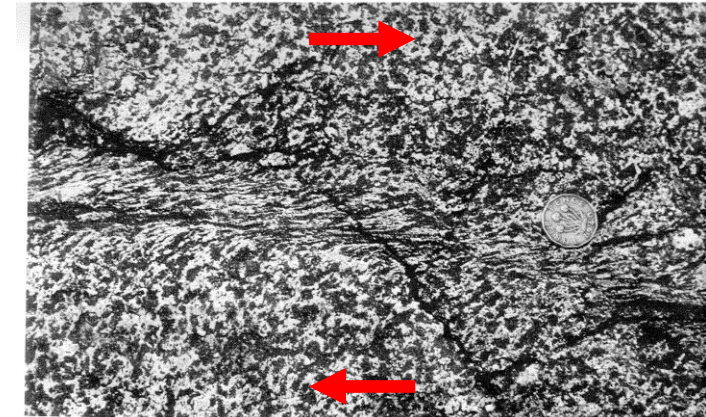
Organizzazione:

Il corso si sviluppa attraverso una parte teorica integrata con esercitazioni pratiche sul terreno e in laboratorio.

Contenuti:

Nel corso di alcuni moduli, in cui saranno affrontati casi di studio relativi a sistemi di pieghe e a zone di faglia in ambiente fragile e duttile, si svolgeranno le seguenti attività, simulando tutte le fasi di un progetto di caratterizzazione strutturale secondo gli standard più aggiornati:

(1) inquadramento geologico, strutturale e tettonico, basato su dati bibliografici (articoli scientifici, carte geologiche, ecc.);



Metodi di analisi geologico-strutturale (4 CFU) Andrea Bistacchi

Contenuti...

(2) reperimento di basi topografiche, immagini aeree e satellitari, DTM, ecc.;

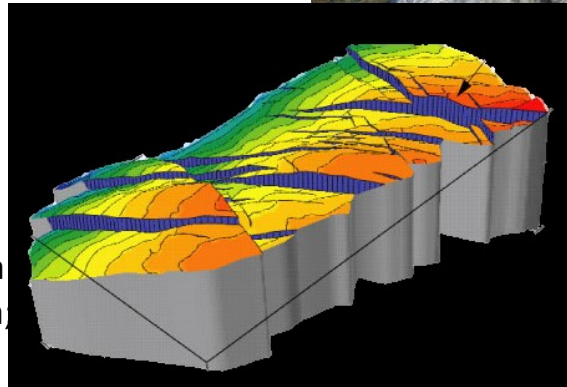


(3) rilievo strutturale di terreno a diverse scale e rilievi di estremo dettaglio con Digital Outcrop Model 3D fotogrammetrici (da drone o terrestre);



(5) implementazione della base dati e restituzione dei dati raccolti;

(6) analisi microstrutturale (condizioni delle deformazioni fragili vs. duttili, sismogeniche vs. creep, ecc.; meccanismi di deformazione a scala inter- e infra-granulare; cronologia e cinematica interazioni fluido-roccia);



(7) analisi statistica direzionale, statistica dei network di faglie e fratture, sezioni bilanciate, percorsi tempo-deformazione-temperatura e paleopiezometri;

(8) modellizzazione quantitativa geomeccanica con metodi analitici o numerici;

(8) discussione dei risultati e conclusioni.

